

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**CARACTERÍSTICAS DE SUBSTRATOS E CONCENTRAÇÕES
DE SOLUÇÕES NUTRITIVAS PARA O CULTIVO DO
CRISÂNTEMO EM VASO**

Márkilla Zunete Beckmann-Cavalcante
Engenheira Agrônoma

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL
Agosto de 2007

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**CARACTERÍSTICAS DE SUBSTRATOS E CONCENTRAÇÕES
DE SOLUÇÕES NUTRITIVAS PARA O CULTIVO DO
CRISÂNTEMO EM VASO**

Márkilla Zunete Beckmann-Cavalcante

Orientadora: Profa. Dra. Kathia Fernandes Lopes Pivetta

Co-orientadores: Prof. Dr. Paulo Affonso Bellingieri

Prof. Dr. Lourival Ferreira Cavalcante

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Campus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor em Agronomia (Produção Vegetal).

Jaboticabal – SP
Agosto de 2007

B397c Beckmann-Cavalcante, Márkilla Zunete
Características de substratos e concentrações de soluções
nutritivas para o cultivo do crisântemo em vaso / Márkilla Zunete
Beckmann-Cavalcante. -- Jaboticabal, 2007
ix, 145 f. : il. ; 28 cm

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de
Ciências Agrárias e Veterinárias, 2007

Orientador: Kathia Fernandes Lopes Pivetta

Banca examinadora: José Geraldo Barbosa, Carolina Fernandes,
Roberto Lyra Villas Boas, Jairo Augusto Campos de Araújo

Bibliografia

1. Plantas ornamentais. 2. Cultivo em recipiente. 3. Nutrição de
mineral de plantas. 4. Substratos hortícolas. I. Título. II. Jaboticabal-
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 635.91:631.82

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação – Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

unesp



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CÂMPUS DE JABOTICABAL
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: CARACTERÍSTICAS DE SUBSTRATOS E CONCENTRAÇÕES DE SOLUÇÕES NUTRITIVAS PARA O CULTIVO DO CRISÂNTEMO EM VASO

AUTORA: MÁRKILLA ZUNETE BECKMANN CAVALCANTE

ORIENTADORA: Dra. KATHIA FERNANDES LOPES PIVETTA

Co-Orientador(a): Dr. PAULO AFFONSO BELLINGIERI

Co-Orientador(a): Dr. LOURIVAL FERREIRA CAVALCANTE

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de DOUTOR em AGRONOMIA (PRODUÇÃO VEGETAL) pela Comissão Examinadora:

Dra. KATHIA FERNANDES LOPES PIVETTA

Dr. JOSÉ GERALDO BARBOSA

Dra. CAROLINA FERNANDES

Dr. ROBERTO LYRA VILLAS BOAS

Dr. JAIRO AUGUSTO CAMPOS DE ARAUJO

Data da realização: 23 de agosto de 2007.

Presidente da Comissão Examinadora

Dra. KATHIA FERNANDES LOPES PIVETTA

DADOS CURRICULARES DA AUTORA

MÁRKILLA ZUNETE BECKMANN-CAVALCANTE – nascida em 12 de Dezembro de 1979, em Arabutã – Santa Catarina. Coursou o segundo grau no Colégio Estadual Professora Ivonete Ribeiro na cidade de Arabutã-SC. Ingressou no curso de Agronomia em 1997 na Universidade Federal de Pelotas (UFPel), onde foi bolsista do Programa Especial de Treinamento de Abril de 1998 à Julho de 2000 e de Iniciação Científica do CNPq de Agosto de 2000 a Fevereiro de 2002, desenvolvendo trabalhos diversos na área de sementes e entomologia agrícola. Obteve o título de Engenheira Agrônoma em 2002, recebendo o prêmio honorífico “Menção Honrosa” de melhor desempenho acadêmico entre os formandos de Agronomia. Em 2002 ingressou no curso de Mestrado em Ciências (Agronomia, Produção Vegetal) pela Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, Rio Grande do Sul. Em 2004 ingressou no curso de Doutorado em Agronomia (Produção Vegetal) pela Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Campus de Jaboticabal. É autora e co-autora de várias publicações científicas dentre artigos (15), resumos (65) e livro (1). Participou em bancas examinadoras de trabalhos e de estágio curricular de graduação. Em 2006, no período de Junho à Dezembro, realizou Estágio de Doutorando no Exterior junto à Fachhochschule Weihenstephan - Forschungsanstalt für Gartenbau (“University of Applied Science in Freising/Weihenstephan - Institut of Horticulture”), Freising, Alemanha, através do Programa de Doutorado no País com Estágio no Exterior (PDEE), da CAPES.

DEDICO

A você, meu “Paraíba”, que em primeiro lugar conquistou seu espaço como grande amigo e colega de pós-graduação, demonstrando em suas atitudes um exemplo de profissional competente...

... o tempo passou... alegrias, tristezas, sonhos e projetos de vida começamos a partilhar.

Agradeço por todos os dias que juntos convivemos, por todas as felicidades e frustrações que dividimos, pois foi por meio delas que nos tornamos mais fortes, companheiros e leais ao sentimento que nos une.

Agradeço pelas discussões profissionais que muitas vezes tivemos e temos e, que trilharam o caminho com mais segurança para conquistar um sonho tão desejado.

Você é parte de toda esta tese, seja pela ajuda nos trabalhos de campo ou de laboratório, seja pela colaboração fazendo almoços, jantares ou faxinas, pelas discussões dos resultados, não importa como, só importa que você sempre dividiu todas as coisas comigo, como se fossem suas.

Agradeço a você pela enorme dedicação sempre tão sincera, pelo apoio nas dificuldades, na distância que nos separou por um tempo e pelo amor incondicional em todas as horas, minutos e segundos.

Hoje, temos um ao outro, unidos por Deus, e só tenho a agradecer pelo maravilhoso esposo, namorado, companheiro, cúmplice e amigo que ao meu lado encontro.

A você eu dedico não somente esta tese, mas tudo que vivemos para chegar até aqui, com você e por você, tudo se tornou mais fácil, mais belo e iluminado.

A você, “Mein Liebe”, com todo o meu amor!

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

A Deus, que em todos os momentos esteve e está presente e por sempre mostrar o caminho da verdade e da vida.

Muito obrigada, Pai.

A minha querida e amada família...

Aos meus queridos e amados pais, Adílio e Ilaine, meus maiores exemplos de vida, amor e confiança, que sempre estiveram presentes mesmo na distância e ajudaram a superar todos os meus desafios e me apoiaram em todas as importantes decisões...

As minhas amadas irmãs, Josiéle e Mariéle, que estiveram sempre presentes em todos os momentos, mesmo separadas pela longa distância, pois o sentimento de amor e confiança sempre persistiu e assim continuará.

Obrigada. Amo vocês!

A minha nova família, Lourival e Lúcia e, irmãs Calliandra, Kézia e Cybelli, que me receberam com muito carinho e amor.

Obrigada por me tornarem parte desta família.

AGRADECIMENTOS

À UNESP-FCAV, pela excelência do ensino e oportunidade de cursar o doutorado em Agronomia/Produção Vegetal.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudo durante o curso de doutorado e pela oportunidade concedida em realizar o Estágio de Doutorando no Exterior através do Programa de Doutorado no País com Estágio no Exterior (PDEE).

À Fachhochschule Weihenstephan – “Forschungsanstalt für Gartenbau” (“University of Applied Science in Freising/Weihenstephan - Institut for Horticulture”), Freising, Alemanha, pela oportunidade em realizar parte da pesquisa de doutorado e por toda infra-estrutura concedida para desenvolvimento do trabalho proposto.

Ao Departamento de Engenharia Agrícola, Departamento de Biologia e Departamento de Tecnologia por ceder toda a infra-estrutura necessária para realização do experimento.

À Empresa Dekker de Witt pelo fornecimento das mudas e do apoio técnico quando requerido.

À Seção de Pós-Graduação, pela pronta atenção sempre dispensada.

Aos professores, nossos mestres....

Profa. Dra. Kathia Fernandes Lopes Pivetta, minha orientadora. Foi um imenso prazer conviver com você durante todos estes anos, agradeço a Deus por colocá-la em meu caminho e pela orientação, amizade e confiança dispensada em todos os momentos.

Prof. Dr. Lourival Ferreira Cavalcante, pela co-orientação, das muitas discussões profissionais que tivemos e pelas valiosas sugestões e contribuições em prol da melhoria deste trabalho.

Prof. Dr. Paulo Affonso Bellingieri, pela co-orientação e imediata atenção para execução do trabalho.

Prof. Dr. Rolf Röber e Elke Meiken, pela co-orientação na “Fachhochschule Weihenstephan”, amizade, pronta atenção e confiança concedida para realização do trabalho realizado. “Dankeschön!”

Prof. Dr. Jairo Augusto Campos de Araújo, pela amizade, apoio e grandiosa atenção em todos os momentos.

Aos membros da banca examinadora: Prof. Dr. José Geraldo Barbosa, Prof. Dr. Roberto Lyra Villas Boas, Profa. Dra. Carolina Fernandes e Prof. Dr. Jairo Augusto Campos de Araújo pelas valiosas contribuições no aprimoramento deste trabalho.

A todos vocês professores, muito obrigada pelos ensinamentos prestados nesta jornada.

E a vocês...

... colegas de curso pela sempre agradável convivência e ajuda prestada.

... os funcionários da UNESP-FCAV, em especial à secretária Nádia, sempre tão dedicada; e, ao Wagner e Sidnéia da Produção Vegetal; Sônia da Biologia; “Seu Zé” da Engenharia Rural e “Zé” da Tecnologia, pela sempre prestativa ajuda.

... amigas Sra. Anita Eschembacher e Sra. Jutta Röber em nome de toda a família, pela amizade e grandiosa atenção prestadas durante estadia na Alemanha.

... amigos e funcionários da “Fachhochschule Weihenstephan”, pela agradável convivência e ajuda prestada nos trabalhos desenvolvidos na instituição, em especial à Melanie, Kathi, Stephan, Franziska, Hilko, Renate, Inez, Karin, Sonia e Bertha.

... amiga Ruchele, pela maravilhosa recepção, infindável dedicação e paciência nos momentos diários em sua casa. Estás em meu coração!

... à todos, que de alguma forma contribuíram pela realização deste trabalho, meu sincero agradecimento.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS	iii
LISTA DE FIGURAS	v
RESUMO	viii
SUMMARY	ix
CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS	1
1.1. REVISÃO DE LITERATURA	3
1.1.1. Aspectos gerais do crisântemo	3
1.1.2. Nutrição mineral do crisântemo	6
1.1.3. Salinidade e condutividade elétrica	12
1.1.4. Substratos	18
1.2. REFERÊNCIAS	22
CAPÍTULO 2 – SOLUÇÕES NUTRITIVAS NO DESENVOLVIMENTO DO CRISÂNTEMO CULTIVADO EM VASO	34
RESUMO	34
Palavras-chave	34
INTRODUÇÃO	35
MATERIAL E MÉTODOS	36
RESULTADOS E DISCUSSÃO	42
CONCLUSÕES	54
REFERÊNCIAS	54
CAPÍTULO 3 – DESENVOLVIMENTO E ESTADO NUTRICIONAL DO CRISÂNTEMO CULTIVADO EM VASO EM FUNÇÃO DA CONDUTIVIDADE ELÉTRICA DA SOLUÇÃO NUTRITIVA E LIXIVIAÇÃO DE SAIS	60
RESUMO	60
Palavras-chave	60

INTRODUÇÃO	61
MATERIAL E MÉTODOS	64
RESULTADOS E DISCUSSÃO	69
CONCLUSÕES	91
REFERÊNCIAS	92
CAPÍTULO 4 – CARACTERIZAÇÃO DE DIFERENTES TURFAS E A INFLUÊNCIA NO DESENVOLVIMENTO DO CRISÂNTEMO CULTIVADO EM VASO	99
RESUMO	99
Palavras-chave	99
INTRODUÇÃO	100
MATERIAL E MÉTODOS	102
RESULTADOS E DISCUSSÃO	111
CONCLUSÕES	132
REFERÊNCIAS	132
CAPÍTULO 5 – IMPLICAÇÕES	141
APÊNDICES	143
APÊNDICE 1A. Crisântemo cv. Miramar e as etapas da instalação do experimento até o espaçamento dos vasos. Jaboticabal, SP (2005/2006)	143
APÊNDICE 2A. Valores de referência para análise foliar no crisântemo na fase generativa propostos por Schoemaker Van Zanten – Agrifloricultura Ltda. (1997)	144
APÊNDICE 3A. Crisântemo cv. Sun City e as etapas de condução do experimento até o sistema de irrigação. Freising/Alemanha, 2006	145

LISTA DE TABELAS

	Página
CAPÍTULO 2 –	34
Tabela 1. Concentração de macro e micronutrientes das soluções nutritivas aplicadas em plantas de crisântemo cv. Miramar cultivado em vaso. Jaboticabal, SP, 2005.	38
Tabela 2. Altura de plantas (ALT), área foliar (AF), número de folhas (NF) e diâmetro de haste (DH) em plantas de crisântemo cv. Miramar cultivado em vaso em função das soluções nutritivas e época de avaliação. Jaboticabal, 2005.	42
Tabela 3. Número (NI) e diâmetro (DI) da inflorescência em plantas de crisântemo cv. Miramar cultivado em vaso em função das soluções nutritivas aos 70 DAE. Jaboticabal, 2005.	45
Tabela 4. Produção de massa seca da parte aérea (MSPA), das raízes (MSR) e total (MST) em plantas de crisântemo cv. Miramar cultivado em vaso em função das soluções nutritivas e época de avaliação. Jaboticabal, 2005.	47
 CAPÍTULO 3 –	 60
Tabela 1. Concentração de macro e micronutrientes na solução nutritiva inicial para plantas de crisântemo cv. Miramar cultivado em vaso Jaboticabal, SP, 2006.	65
Tabela 2. Altura de plantas (ALT), área foliar (AF), diâmetro da haste (DH) e diâmetro do buquê (DB) em plantas de crisântemo cv. Miramar aos 70 DAE, em função da lixiviação da solução do substrato (L) e níveis de condutividade elétrica da solução nutritiva (CEs). Jaboticabal, 2006.	69
Tabela 3. Número de botões (NB), número de inflorescências (NI), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca da raiz (MSR) em plantas de crisântemo cv. Miramar aos 70 DAE em função da lixiviação da solução do substrato (L) e níveis de condutividade elétrica da solução nutritiva (CEs). Jaboticabal, 2006.	70
Tabela 4. Concentração de macronutrientes na parte aérea de plantas de crisântemo cv. Miramar aos 70 DAE em função da lixiviação da solução do substrato (L) e níveis de condutividade elétrica da solução nutritiva (CEs). Jaboticabal, 2006.	85

Tabela 5. Concentração de micronutrientes na parte aérea de plantas de crisântemo cv. Miramar aos 70 DAE em função da lixiviação da solução do substrato (L) e níveis de condutividade elétrica da solução nutritiva (CEs). Jaboticabal, 2006.	88
CAPÍTULO 4 –	99
Tabela 1. Turfas utilizadas no cultivo de crisântemo em vaso cv. Sun City de acordo com o local e forma de extração. Freising/Alemanha, 2006.	102
Tabela 2. Grau de decomposição das turfas de acordo com a escala de Von POST ^a . Freising/Alemanha, 2006.	106
Tabela 3. Valores de pH obtidos na análise das turfas de acordo com a quantidade de CaCO ₃ (85%) aplicado e, a quantidade total de adubo e calcário utilizados na adubação e calagem definitiva para 70 L de cada turfa utilizadas no cultivo do crisântemo cv. Sun City em vaso. Freising/Alemanha, 2006.	108
Tabela 4. Valores de pH (CaCl ₂), pH (H ₂ O), sais solúveis (SS) e condutividade elétrica (CE) em turfas, utilizando-se diferentes metodologias. Freising/Alemanha, 2006.	113
Tabela 5. Conteúdo de macronutrientes presentes nas turfas utilizando diferentes métodos de extração. Freising/Alemanha, 2006.	114
Tabela 6. Conteúdo de micronutrientes presentes nas turfas utilizando diferentes métodos de extração. Freising/Alemanha, 2006.	115
Tabela 7. Coeficiente de correlação entre os métodos avaliados utilizando diferentes turfas. Freising/Alemanha, 2006.	116

LISTA DE FIGURAS

	Página
CAPÍTULO 2 –	34
Figura 1. Variação da temperatura do ar média, máxima e mínima (A); e, umidade relativa do ar média, máxima e mínima (B) no local do experimento. Jaboticabal, 2005	37
Figura 2. Altura de plantas (A), área foliar (B), número de folhas (C) e diâmetro de haste (D) de plantas de crisântemo cv. Miramar cultivado em vaso em função da época de avaliação. Jaboticabal, 2005.	43
Figura 3. Massa seca da parte aérea (A), massa seca da raiz (B) e massa seca total (C) de plantas de crisântemo cv. Miramar cultivado em vaso em função da época de avaliação. Jaboticabal, 2005.	48
Figura 4. Taxa de crescimento absoluto (A) e taxa de crescimento relativo (B), de plantas de crisântemo em vaso cv. Miramar em função de solução nutritiva e época de avaliação. Jaboticabal, 2005.	50
Figura 5. Taxa de assimilação líquida de plantas de crisântemo em vaso cv. Miramar em função de solução nutritiva e época de avaliação. Jaboticabal, 2005.	51
Figura 6. Razão de área foliar de plantas de crisântemo em vaso cv. Miramar em função de solução nutritiva e época de avaliação. Jaboticabal, 2005.	52
 CAPÍTULO 3 –	 60
Figura 1. Variação da temperatura do ar média, máxima e mínima (A); e, umidade relativa do ar média, máxima e mínima (B) no local do experimento. Jaboticabal, 2006.	64
Figura 2. Altura de plantas [(—) substrato sem lixiviação; (.....) substrato com lixiviação] (A), área foliar (B), diâmetro de haste (C) e diâmetro do buquê (D) de plantas de crisântemo cv. Miramar aos 70 DAE em função dos níveis de condutividade elétrica da solução nutritiva (CEs). Jaboticabal, 2006.	71
Figura 3. Altura (cm) de plantas de crisântemo cv. Miramar aos 0, 14, 28, 42, 56 e 70 dias após enraizamento (DAE) sob diferentes níveis de condutividade elétrica da solução nutritiva em substrato sem lixiviação (A) e substrato com lixiviação (B). Jaboticabal, 2006.	72

- Figura 4. Área foliar ($\text{cm}^2 \text{vaso}^{-1}$) de plantas de crisântemo cv. Miramar aos 0, 14, 28, 42, 56 e 70 dias após enraizamento (DAE) sob diferentes níveis de condutividade elétrica da solução nutritiva em substrato sem lixiviação (A) e substrato com lixiviação (B). Jaboticabal, 2006. 74
- Figura 5. Diâmetro de haste (mm) de plantas de crisântemo cv. Miramar aos 0, 14, 28, 42, 56 e 70 dias após enraizamento (DAE) sob diferentes níveis de condutividade elétrica da solução nutritiva em substrato sem lixiviação (A) e substrato com lixiviação (B). Jaboticabal, 2006. 75
- Figura 6. Diâmetro do buquê (cm) de plantas de crisântemo cv. Miramar aos 0, 14, 28, 42, 56 e 70 dias após enraizamento (DAE) sob diferentes níveis de condutividade elétrica da solução nutritiva em substrato sem lixiviação (A) e substrato com lixiviação (B). Jaboticabal, 2006. 76
- Figura 7. Número de botões com cor (A) e número de inflorescências (B) de plantas de crisântemo cv. Miramar aos 70 DAE em função dos níveis de condutividade elétrica da solução nutritiva (CEs) [(—) substrato sem lixiviação; (.....) substrato com lixiviação]. Jaboticabal, 2006. 77
- Figura 8. Massa seca da parte aérea (MSPA) (A) e massa seca da raiz (MSR) (B) de plantas de crisântemo cv. Miramar aos 70 DAE em função dos níveis de condutividade elétrica da solução nutritiva (CEs). Jaboticabal, 2006. 78
- Figura 9. Massa seca da parte aérea (MSPA) de plantas de crisântemo cv. Miramar aos 0, 14, 28, 42, 56 e 70 dias após enraizamento (DAE) sob diferentes níveis de condutividade elétrica da solução nutritiva em substrato sem lixiviação (A) e substrato com lixiviação (B). Jaboticabal, 2006. 80
- Figura 10. Massa seca da raiz (MSR) de plantas de crisântemo cv. Miramar aos 0, 14, 28, 42, 56 e 70 dias após enraizamento (DAE) sob diferentes níveis de condutividade elétrica da solução nutritiva em substrato sem lixiviação (A) e substrato com lixiviação (B). Jaboticabal, 2006. 81
- Figura 11. Condutividade elétrica do lixiviado aos 70 dias após o enraizamento (DAE) em cultivo com plantas de crisântemo cv. Miramar sob diferentes níveis de condutividade elétrica da solução nutritiva em substrato sem lixiviação (—) e substrato com lixiviação (.....). Jaboticabal, 2006. 82

Figura 12. Concentração de nitrogênio (A), fósforo (B), potássio (C), cálcio (D), magnésio (E) e enxofre (F) na parte aérea de plantas de crisântemo cv. Miramar aos 70 DAE em função dos níveis de condutividade elétrica da solução nutritiva (CEs). Jaboticabal, 2006.	86
Figura 13. Concentração de cobre (A), ferro (B), manganês [(—) substrato sem lixiviação; (.....) substrato com lixiviação] (C) e zinco (D) na parte aérea de plantas de crisântemo cv. Miramar aos 70 DAE em função dos níveis de condutividade elétrica da solução nutritiva (CEs). Jaboticabal, 2006.	89
CAPÍTULO 4 –	99
Figura 1. Valor de pH (CaCl_2) (A) e sais solúveis (H_2O) (B) obtidos em diferentes turfas durante o cultivo do crisântemo cv. Sun City em vaso, aos 0, 21, 42, 56a e 56b dias após enraizamento (DAE). Freising/Alemanha, 2006.	119
Figura 2. Concentração de nitrogênio (A), fósforo (B) e potássio (C) obtidos em diferentes turfas durante o cultivo do crisântemo cv. Sun City em vaso, aos 0, 21, 42, 56a e 56b dias após enraizamento (DAE). Freising/Alemanha, 2006.	122
Figura 3. Densidade seca (A), capacidade de retenção de água (B), espaço de aeração (C) e volume de poros (D) obtidos em diferentes turfas durante o cultivo do crisântemo cv. Sun City em vaso, aos 0, 21, 42, 56a e 56b dias após enraizamento (DAE). Freising/Alemanha, 2006.	123
Figura 4. Altura (A), diâmetro de buquê (B), área foliar (C) e massa fresca da parte aérea (D) de plantas de crisântemo cv. Sun City cultivado em vaso e em diferentes turfas, aos 56 dias após enraizamento (DAE). Freising/Alemanha, 2006.	127
Figura 5. Número de inflorescências abertas (A), número de inflorescências semi-abertas (B), número de inflorescências fechadas (C) e massa fresca de inflorescências (D) de plantas de crisântemo cv. Sun City cultivado em vaso e em diferentes turfas, aos 56 dias após enraizamento (DAE). Freising/Alemanha, 2006.	128
Figura 6. Massa seca da parte aérea (MSPA) de plantas de crisântemo cv. Sun City cultivado em vaso e em diferentes turfas, aos 56 dias após enraizamento (DAE). Freising/Alemanha, 2006.	130

CARACTERÍSTICAS DE SUBSTRATOS E CONCENTRAÇÕES DE SOLUÇÕES NUTRITIVAS PARA O CULTIVO DO CRISÂNTEMO EM VASO

RESUMO – Dentre as flores e plantas ornamentais, o crisântemo (*Dendranthema grandiflora* Tzevelev.) faz parte do elenco básico das floriculturas, porém, estudos referentes ao manejo da cultura ainda são necessários. Neste sentido, o presente trabalho teve por objetivo estudar no Brasil: i) o efeito de diferentes soluções nutritivas; e, ii) diferentes condutividades elétricas da solução nutritiva e lixiviação de sais sobre o desenvolvimento e estado nutricional do crisântemo cv. Miramar cultivado em vaso; e na Alemanha: iii) caracterizar diferentes turfas e verificar a influência no crescimento e desenvolvimento do crisântemo cv. Sun City cultivado em vaso. No primeiro estudo, as diferentes soluções nutritivas não interferiram no diâmetro da haste, número e diâmetro de inflorescências e, massa seca de raízes, porém as soluções S3 e S4 promoveram a maior altura de plantas, área foliar, número de folhas, massa seca da parte aérea e total. No segundo estudo, o aumento da condutividade elétrica da solução nutritiva inibiu o desempenho vegetativo, o acúmulo de micronutrientes e de nitrogênio na massa seca foliar do crisântemo, porém estimulou o diâmetro da haste e os teores de P, K, Ca, Mg e S. A lixiviação dos sais promoveu maior crescimento das variáveis fitotécnicas e maior acúmulo foliar de micronutrientes nas plantas. No terceiro estudo, o conteúdo de sais solúveis (SS), N, P, K, densidade seca e capacidade de retenção de água incrementaram durante o cultivo, enquanto o espaço de aeração diminuiu em todas as turfas. O crescimento das plantas de crisântemo foi superior quando cultivadas na turfa SP-9 e com qualidade inferior em FBP-5. Os métodos VDLUFA e CEN apresentaram correlações significativas, embora os valores de pH, SS e concentrações de macro e micronutrientes das turfas não se encontraram dentro das faixas sugeridas como ideais.

Palavras-chave: *Dendranthema grandiflora* Tzevelev, plantas ornamentais, cultivo em recipiente, nutrição mineral de plantas, substratos hortícolas.

SUBSTRATE CHARACTERISTICS AND CONCENTRATION OF NUTRITIVE SOLUTION FOR POTTED CHRYSANTHEMUM CULTIVATION

SUMMARY – Among the flowers and ornamental plants, chrysanthemum (*Dendranthema grandiflora* Tzevelev.) participate as basic flower in floricultures, but studies in relation to cultivation are necessary. In this way, the present work had as objective to study in Brazil: i) the effect of different nutritive solutions and, ii) electrical conductivity of nutritive solution and salt lixiviation on development and nutritional status of potted chrysanthemum “Miramar”; and in Germany: iii) to characterize peats and verify the influence of different peats on growth and development of potted chrysanthemum “Sun City”. In the first study, the different nutritive solutions did not interfere the stem diameter, number and diameter of inflorescence and root dry matter, although S3 and S4 solution promoted the highest plant high, leaf area, number of leaves, shoot and total dry matter. The second study show that an increase in electrical conductivity of nutritive solution inhibits de vegetative growth, micronutrient accumulation and nitrogen in leaf dry matter of chrysanthemum, but stimulate the stem diameter and P, K, Ca, Mg and S content. The lixiviation of salts stimulates plant growth and micronutrient accumulation in leaves. In the third study, the content of soluble salts, N, P, K, dry bulk density and water capacity increased during cultivation, but air capacity declined in all peats. Growth of chrysanthemum plants was higher in SP-9 whereas cultivation in FBP-5 led to the smallest plants. The CAT extracts in both VDLUFA and CEN methods presented significant correlations whereas values of pH, content of soluble salts, macronutrients and micronutrient of peats were not between the ideal limits suggested.

Key words: *Dendranthema grandiflora* Tzevelev, ornamental plants, potted culture, plant mineral nutrition, horticultural substrates.

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

A floricultura tem se apresentado como um dos segmentos mais dinâmicos e avançados do agronegócio contemporâneo. O mercado mundial de flores e plantas ornamentais movimenta, em sua cadeia produtiva, em torno de 64 bilhões de dólares anualmente, por isto, é considerado um negócio de expressivo retorno financeiro e importante na geração de emprego, renda e divisas (SCHERER, 2006).

Embora crescente, a participação do Brasil no comércio internacional de flores é ainda incipiente. O Instituto de Economia Agrícola (IEA) do Estado de São Paulo acompanha a evolução da floricultura nacional e pelos dados constata-se que, em 2005, o país exportou flores num montante equivalente a US\$ 25,8 milhões, evidenciando um crescimento de 9,4% em relação a 2004, mas esse incremento representa apenas 0,04% do mercado global (JUNQUEIRA & PEETZ, 2005; SCHERER, 2006). O balanço das exportações brasileiras de flores e plantas ornamentais mostra valores que atestam o vigor e a importância crescentes da floricultura brasileira no contexto mundial.

Paralelamente a esse panorama, um dos aspectos que talvez seja o indicador mais vigoroso da importância da floricultura brasileira é a sua disseminação por todo o país e a consolidação de uma grande quantidade de novos pólos regionais de produção. Essa situação refletiu-se no incremento da economia, visto que, anteriormente esta atividade era praticamente concentrada em poucas e específicas áreas do Estado de São Paulo. Hoje a floricultura encontra-se distribuída praticamente em todo o país, destacando-se os Estados de Santa Catarina, Rio Grande do Sul, Paraná, Minas Gerais, Rio de Janeiro, Goiás, Distrito Federal e nas áreas nordestinas compreendidas por Ceará, Pernambuco, Alagoas e Bahia (JUNQUEIRA & PEETZ, 2005).

Dentre os principais produtos nacionais de floricultura, destaca-se o crisântemo (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev.), registrando-se que apenas no Estado de São Paulo o setor de comercialização atacadista desta espécie movimentou entre R\$ 15 e

20 milhões em 2004 (JUNQUEIRA & PEETZ, 2004). O crisântemo de vaso é a segunda planta florífera em volume de produção após a rosa e apresenta-se com um crescimento contínuo na comercialização interna. O sucesso da comercialização deve-se a características como diversidade no formato, cor e tamanho das inflorescências, além de apresentar de forma precisa, resposta ao fotoperíodo, durabilidade pós-colheita tanto das inflorescências como da planta em vaso e, ainda, possuir um ciclo de crescimento rápido (MAINARDI et al., 2004).

A comercialização de crisântemos é dependente do tamanho e da qualidade de folhas, hastes e flores. Desta forma, o sucesso para a produção de plantas com estas características está associado às condições ambientais e nutricionais (ROUDE et al., 1991).

No Brasil, as informações a respeito da nutrição mineral e adubação são ainda pouco freqüentes para a cultura do crisântemo. A carência de informação é maior ainda no que se refere à fertirrigação associada ao cultivo em substrato, embora tenha ocorrido um avanço na pesquisa nos últimos anos, especialmente em referência à nutrição mineral, como se observa nos trabalhos de PEREIRA (2002), MOTA (2004) e BARBOSA et al. (2005). Entretanto, há produtores que se apóiam em padrões de adubação previamente estabelecidos, resultando na aplicação de doses, às vezes, insuficientes ou excessivas de fertilizantes, ocasionando desequilíbrio na nutrição mineral das plantas (NELL et al., 1997) e, com efeito, na produção de plantas sem padrão de qualidade. Neste sentido, o manejo inadequado da solução nutritiva pode promover, além do desbalanço nutricional da cultura, a salinização do substrato que resultará em problemas de toxicidade com reflexos negativos na produtividade e qualidade dos produtos como evidenciaram MORGAN et al. (1980) e SELMER-OLSEN & GISLERÖD (1980).

As informações sobre o monitoramento da solução nutritiva, do comportamento vegetativo e produtivo das plantas a partir da avaliação da condutividade elétrica e da qualidade do substrato utilizado na produção estão cada vez mais se tornando necessárias como metas para uma solução nutritiva equilibrada e redução de perdas no rendimento e na qualidade do produto obtido. Esta prática está se definindo como linha

de pesquisa útil para o manejo mais eficiente do sistema de produção fertirrigado, fornecendo aos floricultores um manejo economicamente viável.

Mediante a importância da floricultura no Brasil e a necessidade de disponibilizar informações científicas e técnicas aos produtores, o presente trabalho objetivou:

i) estudar o efeito de diferentes soluções nutritivas sobre o desenvolvimento do crisântemo cv. Miramar cultivado em vaso, nas condições de Jaboticabal, São Paulo;

ii) avaliar o desenvolvimento e estado nutricional do crisântemo cv. Miramar cultivado em vaso em função da condutividade elétrica da solução nutritiva e da lixiviação de sais, nas condições de Jaboticabal, São Paulo;

iii) caracterizar diferentes turfas e verificar a influência no desenvolvimento do crisântemo cv. Sun City cultivado em vaso nas condições de Freising/Alemanha.

1.1. REVISÃO DE LITERATURA

1.1.1. Aspectos gerais do crisântemo

Dentre as plantas floríferas cultivadas, o crisântemo (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev.), ocupa lugar de destaque na floricultura. Pertencente à família Asteraceae, é um híbrido complexo que, se produzido por sementes, segrega em formas diversas, e a maioria das espécies que compõem as linhagens dos cultivares atuais é originária da Ásia, em especial da China. A palavra crisântemo significa “flor dourada” e há relatos do seu cultivo há mais de 2000 anos como flor de jardim na Ásia, sendo considerado o símbolo nacional do Japão (PETRY, 1999; GRUSZYNSKI, 2001) e, em 1789, foi introduzido na Europa e daí distribuído para as demais localidades do mundo (BARBOSA, 2003).

A planta de crisântemo apresenta caules ramificados e pubescentes com folhas ovais, irregularmente recortadas e inseridas isoladamente em diferentes níveis da haste e apresentam sistema radicular fasciculado. Embora seja uma planta herbácea perene é cultivada comercialmente como planta anual. A flor, na verdade, é uma inflorescência

do tipo capítulo, apical ou axilar, com discos centrais amarelos e lígulas de cores múltiplas, conforme a variedade, resultando em grande variação nos formatos das inflorescências (STRINGHETA et al., 2004).

O crisântemo é uma das plantas mais cultivadas em todo o mundo e uma das flores mais populares, juntamente com as rosas, cravos e gérberas, fazendo parte do elenco básico das floriculturas (GRUSZYNSKI, 2001). Possui grande valor comercial por ser uma das culturas ornamentais de maior aceitação no mercado pela beleza, grande diversidade de variedades, com inúmeras colorações e formas de inflorescências, diferentes portes de plantas, durabilidade da flor cortada (em torno de 15 dias) e da planta em vaso (cerca de 30 dias), precisão com que responde à indução floral pelo controle fotoperiódico, permitindo um planejamento exato de produção e de comercialização (BARBOSA, 2003; MAINARDI et al., 2004).

PLOEG & HEUVELINK (2006) afirmam que o fotoperíodo é um fator determinante para o florescimento do crisântemo, independente do cultivar, sendo classificada como planta de dia curto, ou seja, quando exposta a períodos luminosos abaixo de 13 horas (período crítico) induzem ao florescimento, porém de acordo com BARBOSA (2003), a temperatura também exerce notável importância nesta característica.

A temperatura do ar é uma condição que determina a taxa de desenvolvimento da cultura, influenciando no período total de crescimento necessário para atingir o ponto de colheita, devido ao seu efeito na velocidade das reações químicas e dos processos internos de transporte da seiva, e ao desenvolvimento normal das plantas (DOORENBOS & KASSAM, 1979). Estes processos só se sucedem de forma adequada entre certos limites térmicos, sendo que diferentes espécies toleram distintos limites de temperatura. Segundo RÖBER & BÖHMER (1994), durante o crescimento vegetativo e florescimento do crisântemo, a temperatura diurna pode variar entre 18 a 25 °C e, noturna de 16 a 18 °C. Para ADAMS et al. (1998), a faixa de temperatura considerada ideal para o crisântemo também se encontra entre 18 e 25 °C e, para FERNANDES (1996), entre 21 e 24 °C. De acordo com BARBOSA (2003), a resposta à temperatura

explica a ineficiência e baixa qualidade de florescimento de determinados cultivares, mesmo sob controle fotoperiódico.

Com o aumento de consumo de plantas ornamentais, o mercado tornou-se muito exigente com relação à qualidade do produto e, conforme BENNINGA & REYMANN (2000), a forma e o aspecto visual das plantas ornamentais são fatores decisivos na compra pelo consumidor.

Na produção de crisântemo em vaso, busca-se vaso compacto, boa ramificação, parte aérea bem formada, proporcionalidade planta:vaso, estabilidade na composição, caule firme e com boa sustentação e plantas bem enraizadas e firmes no vaso (MOTOS & OLIVEIRA, s.d.). De acordo com BARBOSA (2003), no cultivo em vaso, a relação altura da planta e tamanho de vaso do crisântemo é importante para formar um conjunto harmônico. Embora dependa diretamente do consumidor, sugere-se que a altura da planta deva ser de 1,5 a 2 vezes a altura do vaso, característica que pode ser disciplinada com o uso de reguladores vegetais. Além disso, plantas uniformes (tamanho e volume), livres de resíduos químicos, livres de pragas e doenças e com características da sua espécie (livre de deformações) também são características de qualidade importantes exigidas pelo consumidor (NOORDEGRAAF, 1994).

A produção de crisântemos de alta qualidade e o número de dias para que a planta em vaso esteja pronta para a comercialização dependem de vários fatores como escolha do cultivar, aplicação de reguladores vegetais, condições ambientais de cultivo, sistema de produção e práticas culturais adotadas (CALDARI JUNIOR et al., 1997; CASTRO, 1998; PETRY et al., 1999; MOTOS, 2000). Desta maneira, para que o crisântemo em vaso possa exteriorizar todo o seu potencial produtivo e ornamental deve ser dada atenção mais apurada aos tratos culturais, com ênfase para a nutrição mineral e o cultivo em substratos, que são de fundamental importância para o crescimento e desenvolvimento de plantas com qualidade (BENNINGA e REYMANN, 2000).

1.1.2. Nutrição mineral do crisântemo

Nos últimos anos, a indústria da floricultura vem se desenvolvendo com o objetivo de alcançar padrões de qualidade superiores a partir de sistema produtivo que, além de reduzir os custos de produção, minimize os danos ambientais, levando sempre em consideração a qualidade final do produto, incluindo padronização e tornando o produtor mais competitivo.

Para o adequado desenvolvimento da planta e para obtenção de produtividade satisfatória é essencial a reposição de água e nutrientes em quantidades e momentos oportunos. Entretanto, o conhecimento de vários fatores que cercam esse sistema na produção de crisântemo, tanto de vaso como de corte, ainda é de difícil compreensão por parte dos produtores em fase inicial de estabelecimento, que necessitam de dados de pesquisas realizadas e de técnicos capacitados para promoverem a melhoria do sistema produtivo.

Espécies melhoradas são geralmente mais exigentes em manejos para exteriorizar todo o seu potencial produtivo e ornamental, sendo o balanço adequado de nutrientes, como nitrogênio, fósforo e potássio, fundamental para atingir o padrão de qualidade. Os nutrientes desempenham importantes funções nas plantas e muitos deles estão diretamente relacionados à formação dos botões florais, mas o excesso ou a deficiência pode causar problemas na produção, alterando a qualidade e a vida pós-colheita das inflorescências (GRUSZINSKI, 2001).

De acordo com MARSCHNER (2005), os nutrientes minerais exercem função essencial e específica no metabolismo das plantas, desempenhando função estrutural (parte da estrutura de qualquer composto orgânico vital para a planta); constituinte de enzima (parte de uma estrutura específica); e, ativador de reações enzimáticas (não faz parte da estrutura, mas pode tanto ativar como inibir sistemas enzimáticos, afetando a velocidade de muitas reações no metabolismo vegetal).

Os nutrientes minerais, pelos critérios de essencialidade, são igualmente importantes para a produção vegetal, mas existe uma classificação, baseada na proporção em que são exigidos e se acumulam na massa seca das plantas podendo

ser macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S) e micronutrientes (Fe, Mn, Zn, Cu, B, Cl e Mo). Naturalmente, devido à baixa concentração, os micronutrientes não afetam diretamente a osmorregulação ou a manutenção do equilíbrio eletroquímico nas plantas (MARSCHNER, 2005; MALAVOLTA, 2006).

Cada nutriente desempenha sua função específica no crescimento e desenvolvimento dos vegetais. Dentre os nutrientes verifica-se que a cultura do crisântemo é altamente exigente em nitrogênio e potássio. De acordo com MARSCHNER (2005) o nitrogênio é necessário para a síntese de aminoácidos, de aminas, proteínas e ácidos nucleicos, também faz parte da molécula de clorofila e, a quantidade relativa de nitrogênio nas plantas reflete a relação entre proteínas e carboidratos estocados e também o tipo e qualidade de crescimento e florescimento. Segundo MALAVOLTA et al. (1997), é o nutriente responsável pela maior vegetação, perfilhamento e teor de proteína, estimulando a formação e o desenvolvimento de gemas vegetativas e produtivas. Este nutriente é absorvido prioritariamente pela planta nas formas de NH_4^+ e NO_3^- .

Quanto ao potássio, é um grande construtor da qualidade, afetando significativamente a produção das plantas (JOINER, 1983), atua em processos osmóticos, na síntese de proteínas e na manutenção da estabilidade, na abertura e fechamento de estômatos, na permeabilidade da membrana e no controle do pH. É possível que uma das razões das altas exigências seja a necessidade de concentrações elevadas no citoplasma, principalmente para garantir uma ótima atividade enzimática (MALAVOLTA et al., 1997; EPSTEIN & BLOOM, 2006).

Uma das maneiras de se monitorar a necessidade de determinado nutriente ao longo do ciclo de uma cultura, em cada fase fenológica, é a partir das curvas de absorção que possibilitam entender, com maior confiabilidade, a demanda nutricional em cada etapa do crescimento. Esta atividade reduz o risco de super estimar as dosagens de fertilizantes que podem contribuir para aumento da salinidade do substrato em nível superior à salinidade limiar da cultura, bem como fornecer doses abaixo do mínimo exigido pela planta para atingir metas de produtividade desejadas sem perdas de qualidade.

Na tentativa de reduzir os desvios que resultem em prejuízos de produção e de sua respectiva qualidade, algumas pesquisas têm sido conduzidas no que se refere à nutrição mineral do crisântemo no Brasil, dentre as quais se relacionam FERNANDES et al. (1975), LIMA (1987), MENEZES (1996), BARBOSA et al. (1999), PEREIRA (2002), BARBOSA (2003), STRINGHETA et al. (2003), MOTA (2004) e BARBOSA et al. (2005). Estas pesquisas possuem expressiva importância, uma vez que muitos produtores ainda adotam as recomendações provenientes dos Estados Unidos, da Holanda e do Japão, às nossas condições de cultivo e, com efeito, podem resultar em perda de suas eficiências, ocorrendo na maioria das vezes, aplicação de quantidade insuficiente ou excessiva de nutrientes e nutrição desbalanceada (NELL et al., 1997).

Quanto à concentração dos nutrientes minerais durante o desenvolvimento da cultura do crisântemo, um dos primeiros trabalhos foi realizado por LUNT & KOFRANEK (1958) verificando que é necessário manter altos níveis de nitrogênio durante os estágios iniciais de crescimento, pois as deficiências durante a fase inicial poderiam não ser superadas. Em trabalho posterior, KOFRANEK (1980) afirmou que o nitrogênio acumulado nas folhas durante os estágios iniciais fosse translocado para o desenvolvimento da inflorescência.

BOODLEY & MEYER Jr. (1965) nos Estados Unidos, no intuito de diagnosticar a exigência nutricional durante todo o ciclo da cultura estudaram o cultivar Bonnaffon Deluxe, em vasos com areia e solução de HOAGLANDS & ARNON (1950) e verificaram que há grande exigência por nitrogênio durante o crescimento vegetativo do crisântemo, aumentando rapidamente durante as primeiras quatro semanas de crescimento, quando então é mantido relativamente constante, com teores em torno de 4 a 5% de nitrogênio nas plantas. Estes mesmos autores verificaram que quando se aproxima o florescimento, desde a época de formação dos botões até a época da formação da cor das inflorescências, a ênfase se dá ao potássio, considerado um construtor de qualidade, e na fase final do desenvolvimento da planta há aumento na utilização do fósforo, com provável efeito benéfico do nutriente no tamanho final das inflorescências.

WOODSON & BOODLEY (1983) pesquisando o acúmulo e distribuição do nitrogênio nas partes vegetativas dos cultivares Gient n.4 e Indianápolis White durante

o desenvolvimento da cultura, verificaram que ocorre um acúmulo inicial nos tecidos aéreos com a diminuição na absorção do elemento a partir da sexta semana, diminuindo o teor nas hastes consideravelmente até a nona semana. Acredita-se que tal fato deva-se a uma possível remobilização do N para outras partes da planta como folhas e inflorescências, enfatizando a importância da disponibilidade do nitrogênio durante os estágios iniciais de desenvolvimento.

A longevidade das plantas também é influenciada pela quantidade de nitrogênio aplicada. ROUDE et al. (1991) concluíram que as variedades Bright Golden Anne e Fridon cultivadas em vaso apresentavam longevidade maior quando a concentração de N nas plantas decresceu. Estes resultados concordam com os obtidos por LODHI et al. (1994), que avaliaram o crescimento do crisântemo variedade Flirt nas doses 0, 15, 30, 45 ou 60 g m⁻² de N e 0, 15, 30, 45 g m⁻² de P₂O₅ e observaram que o aumento das doses de N resultou em redução da longevidade das plantas e o inverso ocorreu para fósforo. Da mesma forma DAMKE et al. (1997) em estudos com crisântemo de corte conduzidos na Índia, observaram que o tratamento sem aplicação de nitrogênio e a dose de 40 g m⁻² de N resultaram em maior durabilidade das hastes florais em água (6 e 5 dias, respectivamente).

De forma análoga, segundo WATERS (1967), a aplicação do nitrogênio na fase final do crescimento no cravo (*Dianthus* sp.) reduziu a qualidade e a longevidade das flores. WINSOR et al. (1970) também relataram que as doses mais altas de nitrogênio diminuíram a proporção de flores grandes de cravos.

No crisântemo de vaso a demanda de potássio aumenta quando o suprimento de nitrogênio é elevado devido a sua necessidade na síntese de proteínas (JOINER & SMITH, 1962). Segundo WILSON (1981), altas proporções de nitrogênio e potássio proporcionaram plantas com melhor qualidade, porém elevadas concentrações de nitrogênio promoveram um atraso na floração, embora a altura das hastes fosse maior.

GONZÁLEZ & BERTCH (1989) observaram que os níveis dos nutrientes para as maiores produções de crisântemo foram na ordem: K (1404 mg planta⁻¹) > N (699 mg planta⁻¹) > Ca (263 mg planta⁻¹) > P (94 mg planta⁻¹) > Mg (56 mg planta⁻¹).

No Brasil, FERNANDES et al. (1975) foram pioneiros ao estudar a concentração dos nutrientes fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre em partes vegetativas do cultivar Suzuki e verificaram diferenças na concentração de macronutrientes em raízes, hastes e folhas. Por outro lado, no florescimento, concluíram que o potássio foi o mais requerido, portanto em concordância com MENEZES (1996) ao estudar o cultivar Yellow Polaris em vaso com substrato contendo mistura de solo:areia:casca de arroz carbonizada na proporção volumétrica 1:0,5:2. Conforme os autores, o potássio exerce efeito direto na qualidade das inflorescências e, por isso, representa fator dominante para detectar a época de florescimento das plantas de crisântemo. Quanto ao fósforo, as plantas desenvolvidas sob maiores doses de P emitem inflorescências de maior tamanho.

Levantamento feito por LIMA (1987) denota que as quantidades de fertilizantes utilizadas por produtores tradicionais de crisântemo cultivado em canteiros no Estado de São Paulo, visando principalmente o fornecimento de N, P e K, são muito variáveis. Comparando-se as doses aplicadas pelos produtores, observam-se grandes variações nas quantidades ($59-179 \text{ mg dm}^{-3}$ de N, $26-83 \text{ mg dm}^{-3}$ de P_2O_5 e $76-170 \text{ mg dm}^{-3}$ de K_2O), no número de parcelamentos e nas épocas de aplicação dos fertilizantes. Tal fato leva a crer que as aplicações são efetuadas em doses aquém ou além das quantidades necessárias, conduzindo à incerteza sobre o estado nutricional das plantas.

O cultivo hidropônico, técnica do cultivo sem solo e muito utilizada na produção de hortaliças, foi objeto de estudo de BARBOSA et al. (1999) para a cultura do crisântemo de corte cultivado em argila expandida com sistema circulante de solução nutritiva em diferentes condições sazonais. Verificaram que tanto no período outono/inverno como no primavera/verão, a concentração dos nutrientes minerais nas folhas superiores do crisântemo foram na ordem: $\text{K} > \text{N} > \text{Ca} > \text{P}$. Verificaram também que nas plantas cultivadas no período primavera/verão, a concentração dos nutrientes N, K e Ca foram menores em relação ao do outono/inverno e, o P mostrou-se mais estável em ambas as épocas. Esta situação indica que a temperatura do ar exerce efeito direto tanto no desenvolvimento como na eficiência de absorção dos nutrientes minerais pelas plantas.

MOTA (2004) verificou que a aplicação de uma solução nutritiva com condutividade elétrica de $2,13 \text{ dS m}^{-1}$ na fase vegetativa e $2,57 \text{ dS m}^{-1}$ na fase de botão, proporcionaram melhor aspecto visual do buquê e maiores valores de N, P e K, ao acompanhar o efeito da condutividade elétrica da solução do substrato em crisântemo de vaso.

BARBOSA et al. (2005), em estudo sobre efeito de diferentes relações de nitrato/amônio ($\text{NO}_3^-/\text{NH}_4^+$) sobre a produção de massa seca e composição mineral de cinco variedades de crisântemo, verificaram que as plantas responderam igualmente à concentração de nitrogênio total em todas as relações estudadas, da mesma forma para nitrogênio amoniacal. No entanto, a tolerância entre as variedades para NH_4^+ na solução de fertirrigação foi diferenciada, apresentando-se sensível a variedade Fine Time, tolerando apenas 25% do N-total na forma de NH_4^+ e tolerância mediana, com bom desenvolvimento com até 50% do N-total na forma de NH_4^+ para as variedades Indianópolis, Coral Charm e Festival. A variedade Puritan foi a mais tolerante, apresentando bom desenvolvimento quando cultivada com 75% do N-total na forma de NH_4^+ .

Percebe-se pela literatura consultada, que o sucesso da produção de crisântemo está diretamente relacionado à nutrição mineral, sendo altamente exigente em nitrogênio e potássio, sobretudo nas primeiras semanas de estágio em que as plantas têm crescimento acelerado, porém as condições ambientais também exercem importante função na qualidade final do produto. Concentrações de nutrientes para as condições temperadas, por exemplo, não são indicadas para as condições tropicais, pois, de acordo com BARBOSA et al. (1999), a temperatura e a época de cultivo também interferem na absorção de nutrientes.

Frente às pesquisas já realizadas quanto à nutrição mineral do crisântemo de vaso no Brasil, percebe-se a necessidade de mais informações, com maior enfoque à pesquisa com as variedades de maior comercialização e específicas para as diversas condições ambientais de cultivo, associadas ao monitoramento da solução nutritiva e do cultivo em substrato.

1.1.3. Salinidade e condutividade elétrica

Nos últimos anos observa-se aumento no cultivo em estufas no Brasil, notadamente nas regiões Sudeste e Sul. Entretanto, há necessidade de melhorias no manejo do potencial osmótico da solução do solo, uma vez que os rendimentos da maioria das flores cultivadas sofrem declínios quando se faz plantios sucessivos nos mesmos locais (CASARINI & FOLEGATTI, 2006).

O processo de salinização dos solos sob condições de ambiente protegido está relacionado diretamente ao acúmulo de sais em excesso na solução do solo, causado especialmente pela utilização de águas de qualidade inferior providas de poços, com alto teor de cloretos, carbanatos e bicarbonatos de sódio, cálcio e magnésio; à ausência da água da chuva; e, outra inconveniência é a adição de fertilizantes de elevados índices salinos em quantidade superior à requerida para a nutrição das plantas, sendo esta última mais frequentemente utilizada (CAVALCANTE & CAVALCANTE, 2006).

Muitas flores e plantas ornamentais, incluindo o crisântemo, são cultivadas em recipientes, passando-se a utilizar substratos como meio de cultivo, o que restringe o volume explorado pelo sistema radicular e torna necessária a aplicação doses de fertilizantes adequados à cultura. Porém, os riscos de salinização aumentam, pois tem como importante desvantagem a baixa capacidade tampão, significando baixa tolerância a erros no manejo da irrigação e da fertirrigação (MILNER, 2002).

Em condições salinas, ocorre redução na disponibilidade de água, ou seja, com o acúmulo de sais no solo, o potencial total de água é reduzido, ocasionado pela contribuição dos sais na diminuição do potencial osmótico. Como a água se desloca do ponto de maior para o de menor energia potencial total, haverá sempre um maior consumo de reservas pelas plantas para a absorção de água em meio salino. Sob cultivo no solo com água salina, o potencial matricial é o mais expressivo, mas em sistema hidropônico, o componente mais significativo é o potencial osmótico. (RHOADES et al., 1992; LIMA, 1997; CAVALCANTE, 2000; CAVALCANTE et al., 2001).

Embora algumas plantas possuam mecanismos de ajuste osmótico e consigam sobreviver em ambiente adversamente salino, o fato da planta entrar mais rapidamente em condições de estresse, provoca o fechamento de estômatos reduzindo a fotossíntese, e diminuindo a translocação de nutrientes das raízes para a parte aérea, além de promover maior consumo de energia (reservas) para absorção de água e íons na forma ativa (SILVA, 2002; HU & SCHMIDHALTER, 2004).

De acordo com LARCHER (2000), a elevada concentração eletrolítica da solução do solo pode ainda causar desequilíbrio nutricional, toxicidade de alguns íons e interferência no equilíbrio hormonal, capazes de diminuir a plasticidade da célula e causar a redução da permeabilidade da membrana citoplasmática. A condição de estresse salino também inibe a atividade do processo fotossintético e, em consequência, diminui a produção de clorofila nas plantas. Nestas condições, as folhas podem apresentar uma coloração verde azulada escura, maior espessura e cerosidade, enquanto as raízes têm o alongamento e a suberização reduzidas com prejuízos na absorção de água e nutrientes, bem como desenvolvimento lento e perdas na qualidade da produção.

A tolerância das plantas à salinidade do solo, medida a partir da condutividade elétrica do extrato de saturação (CEes), é variável para as diferentes espécies, sendo estabelecidos níveis de salinidade limiar para uma série de espécies cultivadas, ou seja, nível máximo de salinidade que estas plantas suportam na zona radicular sem afetar negativamente o seu desenvolvimento e a produção. Neste sentido, as plantas são classificadas como “sensíveis” as que não suportam CEes superior a $1,3 \text{ dS m}^{-1}$, “moderadamente sensíveis” (CEes entre $1,3$ e $3,0 \text{ dS m}^{-1}$), “moderadamente tolerantes” (CEes entre $3,0$ e $6,0 \text{ dS m}^{-1}$), e “tolerantes” (CEes entre $6,0$ e 10 dS m^{-1}) sem perdas expressivas do seu potencial produtivo (MAAS, 1986; AYERS & WESTCOT, 1999). Entretanto, para algumas espécies, os níveis críticos salinos ainda não foram determinados e para outras há muitas divergências na comunidade científica.

O contínuo monitoramento dos níveis de sais solúveis nas soluções nutritivas, no solo, no substrato e nas fontes de água reveste-se de importância para prevenir a evolução dos processos de salinização. Um dos métodos mais práticos para estimar a

concentração de sais nos meios de cultivo é a partir da medida de valores da condutividade elétrica (CE).

A condutividade elétrica de uma solução representa a facilidade que esta tem de transportar corrente elétrica, ou seja, mede a resistência à passagem dos eletrodos, a qual ocorre em função da quantidade de solutos iônicos presentes na solução. A concentração de sais dissolvidos na solução do solo pode ser expressa em termos de condutividade elétrica a 25°C. A sua obtenção se faz por um processo simples, rápido e tem uma precisão em torno de 90% para estimar o teor de sais na solução do solo (DONEEN, 1975). Normalmente, a CE é expressa em dS m^{-1} , mS cm^{-1} ou $\mu\text{S cm}^{-1}$ a 25°C. Além destas, outras unidades podem ser utilizadas para expressar a concentração de sais no extrato de saturação do solo, na água de irrigação, e na solução nutritiva, como mmol L^{-1} , mg L^{-1} e g L^{-1} (AYERS & WESTCOT, 1999).

No cultivo em vaso, em que há uso constante de soluções nutritivas, a obtenção de valores de CE é também importante, pois a salinização dos substratos é função das concentrações dos fertilizantes, na maior parte nitrogenados e potássicos, que são os de maiores riscos potenciais aos solos e às plantas pelos seus maiores índices salinos (CAVALCANTE, 2000). No preparo das soluções e no emprego das dosagens recomendadas, mesmo em doses menores, registram-se aumentos na condutividade elétrica de toda e qualquer solução. Neste sentido ALARCÓN (2003) adverte quanto ao perigo no preparo das soluções a serem utilizadas em ambientes protegidos: cultivos hidropônicos, em substratos nos vasos ou diretamente no solo e em áreas livres.

Na maioria dos casos, o uso da água salina na agricultura resulta em declínio da capacidade produtiva dos solos em médio ou curto prazo. As perdas de produção em parte poderiam ser minimizadas caso as culturas de importância econômica fossem tolerantes aos efeitos dos sais (CAVALCANTE & CAVALCANTE, 2006).

A irrigação, com água de alto teor salino pode, em período curto de cultivo, salinizar o solo e o substrato. FREIRE (1992), após cultivar um solo sob irrigação localizada com água de alta condutividade elétrica ($\text{CEa} = 2,02 \text{ dS m}^{-1}$), constatou que em dois anos de trabalho, a salinidade do solo aumentou de 0,59 para até mais de 13 dS m^{-1} , ou seja, de solo não salino para fortemente salino.

Quanto ao cultivo de flores e plantas ornamentais, em especial o crisântemo de vaso, são poucos os resultados na literatura que ajudam a identificar a condutividade elétrica mais adequada para o melhor desenvolvimento da cultura.

PENNINGSFELD (1962) agrupou as diferentes espécies ornamentais conforme suas necessidades nutricionais e sensibilidade à concentração de sais no substrato. No primeiro grupo encontram-se plantas com baixas exigências nutricionais e alta sensibilidade aos sais (0,5 a 1,0 g KCl L⁻¹ de substrato); o segundo grupo corresponde às plantas medianamente exigentes em nutrientes, com sensibilidade média à presença de sais no meio (1,0 a 2,0 g KCl L⁻¹ de substrato); e, o terceiro grupo, compreende plantas mais rústicas, com alta exigência em nutrientes e baixa sensibilidade a sais (2,0 a 3,0 g KCl L⁻¹ de substrato) da qual faz parte o crisântemo, ou seja, são plantas consideradas tolerantes à salinidade.

De acordo com MOTOS & OLIVEIRA (s.d.), a condutividade elétrica recomendada para o cultivo do crisântemo na fertirrigação pode variar de 1,3 a 2,0 dS m⁻¹, e do substrato de 0,7 a 1,0 dS m⁻¹. BARBOSA et al. (2000) em experimento realizado com crisântemo sob cultivo hidropônico em argila expandida obtiveram os melhores resultados com solução de CE igual a 2,51 dS m⁻¹.

MORGAN et al. (1980), realizaram estudos com crisântemo cv. Fandango e avaliaram o enraizamento utilizando solução nutritiva com diferentes níveis de condutividade elétrica, variando de 0,13 (água de torneira) a 3,7 dS m⁻¹ e verificaram que as variáveis estudadas (distribuição de raiz, comprimento de raiz maior que 5 cm e massa seca da raiz) apresentaram incrementos constantes até 1,0 dS m⁻¹; entre 2,1 e 2,8 dS m⁻¹ houve uma redução nos valores obtidos para as mesmas variáveis, porém na CE 3,7 dS m⁻¹, a massa seca da raiz foi superior aos demais níveis estudados.

Após estudarem o comportamento de seis cultivares de crisântemo em sistema recirculante com soluções de diferentes níveis de condutividade elétrica (1,0; 2,0; e, 4,0 dS m⁻¹), SELMER-OLSEN & GISLERÖD (1980) verificaram que a concentração de nutrientes na solução de 4,0 dS m⁻¹ aumentou durante o período de crescimento das plantas, promovido pela maior absorção de água em relação à nutrientes. Sob 2,0 dS m⁻¹, também houve aumento na concentração dos nutrientes, com exceção para fósforo

e potássio, o que significa que nesta condutividade houve absorção destes nutrientes pelas plantas; e, na menor condutividade elétrica, a concentração de quase todos os nutrientes na solução nutritiva diminuiu no período de crescimento da planta. Observa-se, com estes dados, que a cultura do crisântemo é muito tolerante à variação dos nutrientes minerais na solução nutritiva.

Resultados mais atuais foram verificados por VILLAS BÔAS et al. (2005) ao estudarem os efeitos de níveis de condutividade elétrica da solução nutritiva em crisântemo de vaso e, concluíram que a aplicação de uma solução com valores de condutividade elétrica de 2,13 dS m⁻¹ na fase vegetativa e 2,57 dS m⁻¹ na fase de botão proporcionaram o melhor aspecto visual do buquê e maiores valores de N, P e K.

Em outras espécies de plantas ornamentais, também se verifica o efeito da condutividade elétrica da solução nutritiva, como TERCEIRO NETO et al. (2004) ao estudarem a concentração salina na propagação de violeta africana em substrato pó de coco seco + casca de arroz + húmus (1:1:1) a partir da irrigação com uma solução nutritiva de três concentrações diferentes (1,0; 2,0 e 3,0 dS m⁻¹) aplicada na forma contínua e alternada com água. Concluíram que as mudas de violeta com maior crescimento foram aquelas irrigadas nos níveis de 1,0 e 2,0 dS m⁻¹, de forma alternada, descartando as mudas irrigadas com condutividade elétrica igual a 3,0 dS m⁻¹. De acordo com PENNINGSFELD (1962) e RÖBER & SCHALLER (1985), a violeta africana se enquadra no grupo das plantas medianamente sensíveis à salinidade do substrato.

Da mesma forma, PARADISO et al. (2003) avaliaram o crescimento e produção de duas cultivares de gérbera em ambiente Mediterrâneo sob dois níveis de condutividade elétrica da solução nutritiva (1,6 e 2,4 dS m⁻¹). A produção de flores foi 16% maior quando cultivado sob CE igual à 2,4 dS m⁻¹, o diâmetro das hastes e o peso fresco das flores também foram maiores. A maior CE promoveu também maiores incrementos na absorção dos nutrientes minerais, desenvolvimento das plantas (9% na área foliar) e no consumo de água (+11%), porém entre os cultivares não houve diferença quanto à concentração dos nutrientes. A cultura da gérbera também é classificada como planta medianamente sensível à salinidade do substrato (PENNINGSFELD, 1962; RÖBER & SCHALLER, 1985).

O limite de salinidade citado por FARNHAM et al. (1979) para crisântemo é de $6,0 \text{ dS m}^{-1}$ e $2,0 \text{ dS m}^{-1}$ para os cultivares Bronz Kramer e Albatroz, respectivamente. Esses valores são referentes à condutividade elétrica do extrato de saturação, com capacidade de afetar em 10% o desenvolvimento das flores. Para CAVINS et al. (2000), as faixas de condutividade elétricas consideradas adequadas para o crisântemo são $2,0$ a $3,0 \text{ dS m}^{-1}$ pelo método do extrato de saturação e, $2,6$ a $4,6 \text{ dS m}^{-1}$ pelo método "PourThru", enquanto, afirmações de RESH (1992), a condutividade elétrica da solução nutritiva para o crisântemo pode variar entre $2,0$ e $4,0 \text{ dS m}^{-1}$.

Mediante a literatura citada, percebe-se que há uma grande variação entre valores de condutividade elétrica, tanto do solo e substrato como da água de irrigação. Isto mostra que a tolerância de uma determinada cultura pode variar em grande escala, dependendo das condições de cultivo utilizadas. No entanto, cabe ressaltar que a quantificação da necessidade de nutrientes pode, algumas vezes, não atender a demanda da planta ou ainda ser excessiva, vindo a causar efeitos negativos na produtividade. Com o uso de soluções nutritivas consegue-se proceder a alterações rápidas e precisas na quantidade de nutrientes aplicadas, a partir de monitoramento constante para promover ainda durante o ciclo da cultura os ajustes necessários.

Quando houver a constatação de elevada concentração eletrolítica, uma das maneiras de reverter tal situação é promover a aplicação de lâminas de água para lavagem do substrato ou solo. Esta quantidade extra de água percola abaixo da zona radicular, removendo parte dos sais acumulados (DIAS et al., 2003).

De acordo com BURGUEÑO (1996) uma das maneiras de controlar o acúmulo de sais no substrato e no solo é aplicar periodicamente frações de lixiviação para que os sais presentes na solução nutritiva aplicada às plantas não se acumulem na zona radicular do solo e/ou substrato. Com o monitoramento periódico, a concentração de fertilizantes aplicados via água de irrigação, geralmente com frequência diária ou de poucos dias pode ser controlada de forma a manter a concentração da solução do solo oscilando em uma faixa de CE adequada garantindo-se, dessa forma, alta disponibilidade de nutrientes sem a ocorrência de problemas osmóticos.

1.1.4. Substratos

No Brasil, ao lado das grandes extensões ocupadas com lavouras e pecuária, cresce em expressão econômica o cultivo intensivo de plantas hortícolas realizado em áreas de pequenas propriedades. São quantidades elevadas de mudas de plantas frutíferas, hortaliças, flores e plantas ornamentais, além das plantas medicinais, aromáticas e espécies florestais, cuja produção é total ou parcialmente realizada em ambiente protegido ou semi-protegido (KÄMPF, 2002). Ainda, segundo a mesma autora, presente nas mais diversas cadeias produtivas de diferentes culturas vegetais de interesse econômico, o substrato para plantas aparece como um insumo de extrema importância a ser usado em substituição ao solo no cultivo em recipientes, podendo-se tornar a chave de sucesso ou fracasso de um sistema de cultivo. É o material que servirá como base física para o crescimento das raízes, dando suporte à planta e disponibilizando-lhe a água e os nutrientes administrados pelo viveirista e produtor.

O cultivo de plantas em recipientes, preenchidos com misturas que substituam o solo é uma prática usada há tempos. As primeiras misturas de substratos datam de 1941, na Califórnia, após várias tentativas de viveiristas que produziam plantas em recipientes preenchidos com solo mineral, surgindo a mistura de areia com serragem de sequóia para a produção de plantas em viveiros (BOOMAN, 2000).

Apenas após a 2ª Guerra Mundial se difundiu o interesse na pesquisa com substratos, realizada principalmente para atender às necessidades da emergente indústria desse insumo (VAN DIJK & VAN DER BOON, 1971) e, atualmente, o estudo sobre seleção de material, manejo e caracterização de substratos está presente em vários cursos universitários, assim como existem organizações e associações científicas que contribuem para a divulgação do conhecimento técnico sobre substratos (KÄMPF, 2006).

No Brasil, o substrato é um insumo relativamente novo. Produtores e viveiristas do setor da produção de plantas em ambientes protegidos já comprovaram na prática as vantagens da formação das mudas em recipientes: melhores condições

fitossanitárias, menores índices de perda no campo após transplante e aumento da produtividade (ABREU et al., 2002).

Frente à ampla gama de sistema de cultivo de mudas e flores em recipiente, são utilizados substratos de origem mineral ou orgânica, natural ou sintética, cujas características diferem marcadamente das do solo, não existindo um material ou uma mistura de materiais considerada universalmente válida como substrato para todas as espécies (ABAD BERJON, 2001). Dentre os materiais orgânicos mais usados como substratos ou componentes para substratos estão a turfa, casca de árvores picadas e compostadas e fibras vegetais, a exemplo da fibra de coco. Como substâncias minerais têm-se a vermiculita, perlita, espuma fenólica e lã de rocha que podem ser usadas como substrato ou em combinação com os orgânicos. Esta diversidade de materiais fornece obviamente diferentes características que irão influenciar na disponibilidade de nutrientes e, conseqüentemente, na recomendação, monitoramento e manejo eficiente da adubação (ABREU et al., 2002).

Quando se trabalha com substratos agrícolas é extremamente importante considerar as propriedades físicas, químicas e biológicas à fim de obter um manejo adequado da cultura (MILNER, 2006), pois o cultivo em recipientes requer irrigações e fertilizações freqüentes e, para tanto, faz-se necessário o conhecimento destas propriedades por serem fatores determinantes no manejo e controle da qualidade dos cultivos (SCHMITZ et al., 2002).

Conforme ABREU et al. (2002), a caracterização físico-química dos substratos e de seus componentes é necessária para a formulação das misturas e para a recomendação e monitoramento das adubações, pois a fertirrigação e aplicação de adubos orgânicos e minerais têm sido praticadas de forma empírica pelos produtores, sendo freqüente o uso de níveis excessivos de nutrientes, o que afeta a qualidade do produto e o custo de produção.

Quando se empregam substratos com baixa atividade química, as plantas dependem exclusivamente da solução nutritiva. Desta forma, o uso de formulações inadequadas à cultura, ao estágio de crescimento e as condições climáticas do ambiente de cultivo, podem resultar em deficiências, excessos ou desequilíbrios

nutricionais. Portanto, a escolha de soluções com concentrações e proporções adequadas de nutrientes é um passo decisivo para o sucesso do cultivo em substratos (MARTINEZ, 2004).

As propriedades físicas de um substrato não podem ser facilmente mudadas como as propriedades químicas por meio da irrigação e fertirrigação (MILNER, 2006). As propriedades químicas geralmente utilizadas mundialmente para a caracterização de um substrato são: o pH, a capacidade de troca de cátions (CTC), a salinidade e o teor percentual de matéria orgânica nele presente (SCHMITZ et al., 2002), além da condutividade elétrica (CE) e dos nutrientes minerais disponíveis (ABREU et al., 2002). Entre as propriedades físicas, destacam-se: a densidade, a porosidade, o espaço de aeração e a economia hídrica (volumes de água disponíveis em diferentes potenciais) (FERMINO, 2002; SCHMITZ et al., 2002).

O cultivo em recipientes, independentemente do substrato utilizado, exerce uma limitação de espaço para a expansão das raízes. A limitação do volume exige que o substrato seja capaz de manter água facilmente disponível às plantas sem, no entanto, comprometer a concentração de oxigênio no meio (FERMINO, 2002). Ao longo do tempo, substratos orgânicos, por exemplo, são susceptíveis à decomposição biológica, que reduz a porosidade e a aeração e eleva a compactação destes materiais ao longo do tempo, afetando a qualidade do produto final (MILNER, 2006).

Segundo MARTÍNEZ (2002), a possibilidade de aproveitar como substrato agrícola a diversidade de materiais disponíveis ao nosso entorno, está conjugado ao bom conhecimento das propriedades, já que a partir destas é possível saber qual o devido preparo que deverá ser dado previamente ao uso propriamente dito, suas aplicações e estabelecer as técnicas de manejo pertinentes.

No entanto, os requisitos apontados por FISCHER (1996), como importantes para um bom substrato hortícola, são: alta capacidade de retenção de água; alto espaço de aeração, também sob estado de saturação hídrica; estabilidade de estrutura ao longo do tempo; alta capacidade de adsorção; boa capacidade de tamponamento contra alterações no valor de pH; ausência de pragas e agentes patogênicos; ausência de substâncias inibidoras de crescimento ou prejudiciais às plantas; ter sempre o

mesmo comportamento a um dado manejo; permitir armazenamento; boa capacidade de re-hidratação após secagem; previsível dinâmica dos nutrientes; e, pouca atividade biológica.

Todas as análises realizadas em laboratórios são ferramentas auxiliares para a escolha do substrato mais adequado para a cultura de interesse, seu estágio de desenvolvimento e manejo. Dentre a grande diversidade de materiais que podem ser utilizados como substratos, as propriedades químicas, físicas e biológicas podem variar muito, por isso, é importante conhecê-las para adaptá-las às diferentes condições de uso.

Dentre os diferentes materiais utilizados como substratos, a turfa, de origem orgânica, tem sido considerada um material consagrado internacionalmente para a produção de plantas, seja como substrato para germinação de sementes, propagação de plantas e cultivo das mesmas. As turfas há muito tempo têm sido o material preferido para a composição de substratos, ou seja, como matéria prima, porque confere propriedades químicas, físicas e biológicas favoráveis ao produto final, qualidade praticamente constante, baixo custo e disponibilidade suficiente (KEIJZER, 2002).

Na Europa, aproximadamente 95% (volume) de substratos e condicionadores de solo são à base de turfa (GISLEROD & RANNEKLEV, 2002). No entanto, há uma crescente corrida às turfeiras, devido à proibição da extração de turfa após o ano de 2015 (RÖBER, 2000) frente aos impactos ambientais causados pela grande demanda por este produto que é um material natural não renovável. Porém, as pesquisas com substratos à base de turfa continuam, principalmente na caracterização do material, pois ocorrem na natureza diferentes tipos de formação de turfas (turfa branca e turfa preta, por exemplo) e de diferente localização geográfica, ou seja, a origem do material. De acordo com MARTÍNEZ (2002), estes são importantes fatores que influenciam na utilização do material na agricultura, seja como insumo para a produção de condicionadores de solos, biofertilizantes e substratos na produção vegetal.

De acordo com FISCHER (1996) e MARTÍNEZ (2002), a turfa branca é menos decomposta e a turfa preta, fortemente decomposta (mineralizada). Para a composição de substratos prefere-se utilizar a turfa menos decomposta, porque é mais estável na

estrutura, possui alta capacidade de retenção de água e apresenta elevada proporção de macroporos para a drenagem; porém, são materiais ácidos, pobres em nutrientes minerais, pois estão localizados em zonas altas com precipitação mais abundante, ocasionando a lixiviação dos nutrientes. Aumentando o grau de decomposição da turfa, elevam-se os valores da densidade e aumenta a capacidade de retenção de água, apresentando menor capacidade de aeração e freqüentemente possuem altos conteúdos de sais.

Conforme a cultura e o sistema de cultivo serão dados maior importância a um ou outro item dos requisitos e características apontados. Entretanto, é fundamental que a qualidade do substrato selecionado permaneça a mesma por longo período, a fim de que os processos do sistema de cultivo possam ser padronizados (RÖBER, 2000).

1.2. REFERÊNCIAS

ABAD BERJON, M. Substratos para el cultivo sin suelo. In: NUEZ, F. (coord.). **El cultivo del tomate**. Barcelona: Ediciones Mundi-Prensa, 2001. p. 133-166.

ABREU, M.F. de; ABREU, C.A. de; BATAGLIA, O.C. Uso da análise química na avaliação da qualidade de substratos e componentes. In: FURLANI, A.M.C. et al. (Coord.). **Caracterização, manejo e qualidade de substratos para produção de plantas**. Campinas: Instituto Agronômico, 2002. p.17-28. (Documentos IAC, 70).

ADAMS, S.R.; PEARSON, S.; HADLEY, P. The effect of temperature on inflorescence initiation and subsequent development in chrysanthemum cv. 'Snowdon' (*Chrysanthemum morifolium* Ramat.). **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.77, p.59-72, 1998.

ALARCÓN, A. **Abonado y salinidad en fertirrigación**. España, 2003. Disponível em: <<http://www.horticom.com/tem-aut/riego/abonado.html>> Acesso em: 14 de junho de 2006.

AYERS, R.S.; WESTCOT, D.W. **A qualidade da água na agricultura**. Tradução de GHEYI, H.R.; MEDEIROS, J.F.; DAMASCENO, F.A.V. Campina Grande: UFPB, 1999. 153p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 29).

BARBOSA, J.G. **Crisântemos: produção de mudas, cultivo para corte de flor, cultivo em vaso e cultivo hidropônico**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2003.

BARBOSA, J.G.; KÄMPF, A.N.; MARTINEZ, H.E.P.; KOLLER, O.C.; BOHNEM, H. Chrysanthemum cultivation in expanded clay. I. Effect of the nitrogen-potassium ratio in the nutrient solution. **Journal of Plant Nutrition**, Philadelphia, v.23, n.9, p.1327-1336, 2000.

BARBOSA, J.G.; MARTINEZ, H.E.P.; KAMPF, A.N. Acúmulo de macronutrientes em plantas de crisântemo sob cultivo hidropônico em argila expandida para flor de corte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.4, p.593-601, 1999.

BARBOSA, J.G.; MUNIZ, M.A.; MARTINEZ, H.E.P.; LEITE, R.A.; CARDOSO, A.A.; BARBOSA, M.S. Concentração de macronutrientes em crisântemo de vaso, cultivado sob diferentes relações $\text{NO}_3^-/\text{NH}_4^+$. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.27, n3, p.387-394, 2005.

BENNINGA, J.; REYMANN, D. Marketing features of ornamentals as appreciated by the market. **Acta Horticulturae**, Leuven, n.536, p.479-484, 2000.

BOODLEY, J.W.; MEYER J.R., M. The nutrient content of "Bonnaffon Deluxe" chrysanthemums from juvenile to mature growth. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, Winter Haven, v.87, p.472-478, 1965.

BOOMAN, J.L. Evolução dos substratos usados em horticultura ornamental na Califórnia. In: KÄMPF, A.N.; FERMINO, M.H. (Eds.). **Substrato para plantas, a base da produção vegetal em recipientes**. Porto Alegre: Gênese, 2000. p.43-65.

BURGUEÑO, H. **La fertirrigación en cultivos hortícolas con acolchado plástico**. Culiacan, Sin. Mexico: [s.ed.], 1996. 45p.

CALDARI JUNIOR, P.; AGOSTINI, L.A.; MATSUOKA, S.; GARCIA, A.A.F. Avaliação qualitativa de plantas de crisântemo (*Dendranthema grandiflora* Tzevelev) sob condições de estufa com diferentes materiais de cobertura. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v.3, n.1, p.48-52, 1997.

CASARINI, E.; FOLEGATTI, M.V. Aspectos importantes na nutrição mineral de rosas. In.; FLÓREZ R., V.J. et al. **Avances sobre fertirriego en la floricultura Colombiana**. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, 2006. [s.p.] (CD-ROM).

CASTRO, C.E.F. de. Cadeia produtiva de flores e plantas ornamentais. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v.4, n.1/2, p.1-46, 1998.

CAVALCANTE, L.F. **Sais e seus problemas nos solos irrigados**. Areia: CCA/UFPB, 2000. 71p.

CAVALCANTE, L.F.; CAVALCANTE, I.H.L. Uso da água salina na agricultura. In: CAVALCANTE, L.F.; LIMA, E.M. de. (Eds.). **Algumas frutíferas tropicais e a salinidade**. Jaboticabal: FUNEP, 2006. p.1-18.

CAVALCANTE, L.F.; LIMA, E.M. de.; CAVALCANTE, I.H.L. **Possibilidade do uso de água salina no cultivo do maracujazeiro amarelo**. 1.ed. Areia: Editorações Gráfica Diniz, 2001. 42p.

CAVINS, T.J.; WHIPKER, B.E; FONTENO, W.C; HARDEN, B; McCALL, I; GIBSON, J.L. Monitoring and managing pH and EC using the PourThru extraction method. **Horticulture Information Leaflet**, California, n.590, p.1-17, 2000.

DAMKE, M.M.; JADHAO, B.J.; HEDAU, C.V.; PATIL, V.S. Effect of nitrogen and phosphorus fertilization on post-harvest life of chrysanthemum (*Chrysanthemum coronarium*) cv. "Yellow Bijali". **PKV Research Journal**, New Delhi, v.21, n.2, p.188-190, 1997.

DIAS, N.S.; GHEYI, H.R.; DUARTE, S.N. **Prevenção, manejo e recuperação dos solos afetados por sais**. Piracicaba: DER, ESALQ/USP, 2003. 118p.

DONEEN, L.D. Salinization of soil by salts in the irrigation water. **Transactions of the American Geophysical Union**, Washington, v.35, p.943-950, 1975.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A.H. **Yield response to water**. Rome: FAO, 1979. 193p. (Irrigation and Drainage Paper, 24).

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Nutrição mineral de plantas: principio e aplicações**. 2. ed. Londrina: Editora Planta, 2006. 402p.

FARNHAM, D.S.; AYERS, R.S.; HASEK, R.F. **Water quality affects ornamental plant production**. Santa Barbara: University of California, 1979. (Leaflet 2995. Division of Agricultural Sciences)

FERMINO, M.H. O uso da análise física na avaliação da qualidade de componentes e substratos. In: FURLANI, A.M.C. et al. (Coord.). **Caracterização, manejo e qualidade de substratos para produção de plantas**. Campinas: Instituto Agrônômico, 2002. p.29-37. (Documentos IAC, 70).

FERNANDES, A.L.T. **Monitoramento da cultura do crisântemo em estufa através do uso de lisímetro e estação agrometeorológica automatizados.** 1996. 96f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1996.

FERNANDES, P.D.; OLIVEIRA, G.D.; HAAG, H.P. Absorção e deficiências de nutrientes pelo *Chrysanthemum morifolium* L. cv. Suzuki. **Anais da ESALQ**, Piracicaba, n.32, p.471-492, 1975.

FISCHER, P. Kultursubstrate. In: HORN, W. (ed.) **Zierpflanzenbau.** Berlin: Blackwell Wissenschafts, 1996. p.140-149.

FREIRE, M.F. da S. **Manejo de um solo irrigado com água salgada submetido a três métodos de irrigação.** 1992. 52f. Dissertação (Mestrado em Manejo e Conservação de Solos) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 1992.

GISLEROD, H.R.; RANNEKLEV, S.B. Horticultural peat: detection of self-heating. In: SCHMILEWSKI, G.; ROCHEFORT, L. (eds). **Peat in horticulture.** Pärnu: International Peat Society, 2002. p.135-141.

GONZÁLES, P.; BERTSCH, F. Absorción de nutrimentos por el crisantemo (*Chrysanthemum morifolium*) var. ‘Super White’ durante su ciclo de vida em invernadero. **Agronomia Costarricense**, San Jose, v.13, n.1, p.51-60, 1989.

GRUSZYNSKI, C. **Produção comercial de crisântemos: vaso, corte e jardim.** 1.ed. Guaíba: Agropecuária Editora Ltda., 2001, 166p.

HOAGLANDS, D.R.; ARNON, D.I. **The water-culture method for growing plant without soil.** California: Agricultural Station, 1950. 30p. (Circular 347).

HU, Y; SCHMIDHALTER, U. Limitation of salt stress to plant growth. In: HOCK; ELSTNER. **Plant Toxicology**. 4.ed. New York: Marcel Dekker Inc., 2004. p.191-224.

JOINER, J.N. Nutrition and fertilization of ornamental greenhouse crops. **Horticultural Reviews**, Alexandria, n.5, p.366-403, 1983.

JOINER, J.N.; SMITH, T.C. Effects of nitrogen and potassium levels on the growth, flowering responses and foliar composition of *Chrysanthemum morifolium* 'Blueschip'. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, Winter Haven, v.80, p.571-581, 1962.

JUNQUEIRA, A.H.; PEETZ, M.S. Crisântemo hoje e sempre: tecnologia de produção. **HFF & Citrus**, Jaguariúna, 2004, p.25-27.

JUNQUEIRA, A.H.; PEETZ, M.S. O futuro da floricultura no Brasil. **Ibraflor Informativo**, Campinas, n.44, p.6, 2005.

KÄMPF, A.N. O uso de substrato em cultivo protegido no agronegócio brasileiro. In: FURLANI, A.M.C. et al. (Coord.). **Caracterização, manejo e qualidade de substratos para produção de plantas**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2002. p.1-6. (Documentos IAC, 70).

KÄMPF, A.N. O estado da arte na pesquisa sobre substratos para as plantas. In: ENCONTRO BRASILEIRO SOBRE SUBSTRATOS PARA PLANTAS, 5., 2006, Ilhéus. **Anais...** Ilhéus: CEPLAC/CEPEC, 2006. p.93-96.

KEIJZER, R. What are good quality criteria for peat? In: SCHMILEWSKI, G.; ROCHEFORT, L. (eds). **Peat in horticulture**. Pärnu: International Peat Society, 2002. p.108-116.

KOFRANEK, A.M. Cut chrysanthemums. In. LARSON, R.A. **Introduction to floriculture**. New York: Academic Press, 1980. p.3-45.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. Tradução por PRADO, C.H.B.A. São Carlos: Editora Rima, 2000. 530p.

LIMA, A.M.L.P. **Absorção de nutrientes e deficiência de macronutrientes e boro no crisântemo (*Chrysanthemum morifolium* Ramat) cultivar Golden Polaris**. 1987. 135f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade São Paulo, Piracicaba, 1987.

LIMA, L.A. Efeitos dos sais no solo e na planta. In.: GHEYI, H.R.; QUEIROZ, J.E.; MEDEIROS, J.F. (Eds.). **Manejo e controle da salinidade na agricultura irrigada**. Campina Grande: UFPB/SBEA, 1997. p.113-136.

LODHI, A.K.S.; TEWARI, G.N.; PATHAK, K.K. Effect of nitrogen and phosphorus application on vase life of cut flowers of chrysanthemum (*Chrysanthemum morifolium* Ram., *Dendranthema morifolium*) **Horticultural Journal**, Alexandria, v.4, n.1, p.49-51, 1994.

LUNT, O.R.; KOFRANEK, A.M. Nitrogen and potassium nutrition of Chrysanthemum. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, Winter Haven, v.72, p.487-497, 1958.

MAAS, E.V. Salt tolerance of plants. **Applied Agricultural Research**, New York, v.1, n.1, p.12-26, 1986.

MAINARDI, J.de C.C.T.; BELLÉ, R.A.; MAINARDI, L. Produção de crisântemo (*Dendranthema grandiflora* Tzevelev.) ‘Snowdon’ em vaso II: ciclo da cultivar, comprimento, largura e área da folha. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.6, p.1709-1714, nov./dez. 2004.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. 638p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Potafos, 1997. 319p.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2.ed. Orlando: Academic Press, 2005, 889p.

MARTINEZ, H.E.P. Distúrbios nutricionais em hortaliças cultivadas em substratos com baixa atividade química. In.: BARBOSA, J.G.; MARTINEZ, H.E.P.; PEDROSA, M.V.; SEDIYAMA, M.A. (eds.). **Nutrição e adubação de plantas cultivadas em substrato**. Viçosa: UFC, 2004. p.129-157.

MARTÍNEZ, P.F. Manejo de substratos para horticultura. In: FURLANI, A.M.C. et al. (Coord.). **Caracterização, manejo e qualidade de substratos para produção de plantas**. Campinas: Instituto Agronômico, 2002. p.53-76. (Documentos IAC, 70).

MENEZES, J.F.S. **Produtividade e qualidade do crisântemo, em vaso, em resposta a doses de fósforo e de potássio**. 1996, 74f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1996.

MILNER, L. Manejo de irrigação e fertirrigação em substratos. In: FURLANI, A.M.C. et al. **Caracterização, manejo e qualidade de substratos para produção de plantas**. Campinas: Instituto Agronômico, 2002. p.45-51 (Documentos, 70).

MILNER, L. Manejo da irrigação e fertirrigação em substratos: aspectos práticos. In: ENCONTRO BRASILEIRO SOBRE SUBSTRATOS PARA PLANTAS, 5., 2006, Ilhéus. **Anais...** Ilhéus: CEPLAC/CEPEC, 2006. p.13-17.

MORGAN, J.V.; MOUSTAFA, A.T.; SCALAN, F.; TAN, A. Propagation techniques for crops in nutrient solution culture. **Acta Horticulturae**, Leuven, n.98, p.243-257, 1980.

MOTA, P.R.D'A. **Níveis de condutividade elétrica da solução do substrato em crisântemo de vaso, em ambiente protegido**. 2004, 82f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2004.

MOTOS, J.R. A importância dos materiais de propagação na qualidade de flores e plantas. **Informativo Ibraflor**, Campinas, p.4-5, 2000.

MOTOS, J.R.; OLIVEIRA, M.J.G. de. **Produção de crisântemos em vaso**. Holambra: Flortec, [s.d.]. 34p.

NELL, T.A.; BARRET, V.E.; LEONARD, R.T. Production factor affecting post production quality of flowering potted plants. **HortScience**, Alexandria, v.32, p.817-819, 1997.

NOORDEGRAAF, C.V. Production and marketing of high quality plants. **Acta Horticulturae**, Leuven, n.353, p.134-148, 1994.

PARADISO, R.; PASCALE, S.de; APREA, F.; BARBIERI, G. Effect of electrical conductivity levels of nutrient solution on growth, gas exchange and yield of two gerbera cultivars in soilless system. **Acta Horticulturae**, Leuven, n.609, p.165-171, 2003.

PENNINGSFELD, F. **Die Ernährung im Blumen und Zierpflanzenbau**. 2.ed. Berlin: PAREY, 1962, 217p.

PEREIRA, J.R.D. **Análise dos efeitos da época de suspensão da fertirrigação e de níveis de reposição de água à cultura do crisântemo (*Dendranthema grandiflora*) cv. White Diamond**. 2002. 54f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2002.

PETRY, C. Cultivo do crisântemo. In: PETRY, C. (org.). **Plantas ornamentais: aspectos para a produção**. Passo Fundo: EDIUPF, 1999. p.103-112.

PLOEG, A. van der; HEUVELINK, E. The influence of temperature on growth and development of chrysanthemum cultivars: a review. **Journal of Horticultural Science & Biotechnology**, Alexandria, v.81, n.2, p.174-182, 2006.

RESH, H.M. **Cultivos hidroponicos**. 2.ed. Madrid: Ediciones Mundi Press, 1992.

RHOADES, J.D.; KANDIAH, A.; MASHALI, A.M. **The use of saline waters for crop production**. Rome: FAO, 1992. 133p. (FAO, Irrigation and Drainage Paper, 48).

RÖBER, R. Substratos hortícolas: possibilidade e limites de sua composição e uso; exemplos de pesquisa, da indústria e do consumo. In.: KÄMPF, A.N.; FERMINO, M.H. (eds.). **Substrato para plantas, a base da produção vegetal em recipientes**. Porto Alegre: Gênese, 2000. p.123-138.

RÖBER, R.; BÖHMER, B. Chrysantheme. In: RÖBER, R.; BÖHMER, B.; FESSLER, A. (eds.). **Topfpflanzenkulturen**. 7.ed. Stuttgart: Ulmer, 1994. p.217-228.

RÖBER, R.; SCHALLER, K. **Pflanzenernährung im Gartenbau**. 3.ed. Stuttgart: Ulmer, 1985. 352p.

ROUDE, N.; NELL, T.A.; BARRET, V.E. Nitrogen source and concentration growing medium and cultivar affect longevity of potted chrysanthemums. **HortScience**, Alexandria, v.26, n.1, p.49-52, 1991.

SCHERER, A.M.S. As flores da Bahia. **Bahia Agrícola**, Salvador, v.7, n.3, p.9-13, nov.2006.

SCHMITZ, J.A.K.; SOUZA, P.V.D.de; KÄMPF, A.N. Propriedades químicas e físicas de substratos de origem mineral e orgânica para o cultivo de mudas em recipientes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.32, n.6, p.937-944, 2002.

SELMER-OLSEN, A.R.; GISLERÖD, H.R. Nutrient content Chrysanthemum grown in recirculated nutrient solution. **Acta Horticulturae**, Leuven, n.98, p.211-218, 1980.

SILVA, E.F. de F. **Manejo da fertirrigação e controle da salinidade no cultivo do pimentão utilizando extratores de solução do solo**. 2002. 134f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade São Paulo, Piracicaba, 2002.

STRINGHETA, A.C.O.; MARTINEZ, H.P.; CARDOSO, A.A.; COSTA, C.A. Teores foliares de macronutrientes em crisântemos cultivados em substratos contendo composto de lixo urbano e casca de arroz carbonizada. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v.9, n.2, p.191-197, 2003.

STRINGHETA, A.C.O.; CARNEIRO, T.F.; TOMBOLATO, A.F.C.; COUTINHO, L.N.; IMENES, S.L.; BERMAN, E.C. Crisântemo para flor de corte. In: TOMBOLATO, A.F.C. **Cultivo comercial de plantas ornamentais**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2004. p.96-135.

TERCEIRO NETO, C.P.C.; HERNANDEZ, F.F.F.; BEZERRA, F.C.; SOUZA, R.F.de; CAVALCANTI, M.L.F. Efeito da concentração salina da solução nutritiva na aclimação de plantas micropropagadas de Violeta Africana (*Saintpaulia ionantha Wendl*). **Revista de Biologia e Ciência da Terra**, Campina Grande, v.4, n.2, p.1-8, 2004.

VAN DIJK, H.E.; VAN DER BOON, J. Standardization of potting soils in the Benelux. **Acta Horticulturae**, Leuven n.18, p.110-118, 1971.

VILLAS BÔAS, R.L.; MOTA, P.R.D.; SOUSA, V.F.; GODOY, L.G. de. Concentração de N, P, e K na parte aérea de plantas de crisântemo cultivadas em vaso, em ambiente protegido sob níveis de condutividade elétrica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 45., 2005, Fortaleza, **Anais...** Brasília: Embrapa Hortaliças, 2005, v.23, n.2 (CD-ROM).

WATERS, W.E. Effects of fertilization schedules on flower production. Keeping quality, disease susceptibility and chemical composition at different growth stages of carnation. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, Winter Haven, v.91, p.627-632, 1967.

WILSON, G.C.S. Bark compost for pot chrysanthemums. **Acta Horticulturae**, Leuven, n.126, p.95-104, 1981.

WINSOR, G.W.; LONG, M.I.E.; HART, B.M.A. The nutrition of glasshouse carnations. **Journal of Horticultural Science**, Alexandria, v. 45, p.401-413, 1970.

WOODSON, W.R.; BOODLEY, J.W. Accumulation and partitioning of nitrogen and dry matter during the growth of chrysanthemum. **HortScience**, Alexandria, v.18, n.2, p.196-197, 1983.

CAPÍTULO 2 – SOLUÇÕES NUTRITIVAS NO DESENVOLVIMENTO DO CRISÂNTEMO CULTIVADO EM VASO

RESUMO – Dentre as plantas ornamentais, o crisântemo (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev.) em vaso tem grande importância no mercado consumidor brasileiro, porém informações sobre solução nutritiva adequada ao cultivo ainda são incongruentes. Desta forma, este trabalho teve por objetivo avaliar diferentes soluções nutritivas sobre o desenvolvimento do crisântemo cv. Miramar cultivado em vaso. O experimento foi conduzido em ambiente protegido na FCAV/UNESP, Jaboticabal-SP, de setembro a novembro de 2005. O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados com avaliação em parcelas subdivididas no tempo. Os tratamentos corresponderam à quatro diferentes soluções nutritivas designadas como S1, S2, S3 e S4 e avaliadas em seis épocas de amostragem (0, 14, 28, 42, 56 e 70 dias após enraizamento - DAE), com cinco repetições. As diferentes soluções nutritivas não interferiram significativamente no diâmetro da haste, número e diâmetro de inflorescências e, massa seca de raízes. Entretanto, S3 e S4 promoveram a maior altura de plantas, área foliar, número de folhas, massa seca da parte aérea e total. Quanto às épocas de avaliação, as plantas apresentam um acelerado crescimento até os 56 DAE estabilizando aos 70 DAE. Sobre os índices fisiológicos (taxa de crescimento absoluto e relativo, taxa de assimilação líquida e razão de área foliar), destacaram-se as soluções S3 e S4. Conclui-se que as soluções S3 e S4 são mais eficientes que S1 e S2 no crescimento e índices fisiológicos do crisântemo cv. Miramar cultivado em vaso. Recomenda-se a fertirrigação com a solução S4 para o cultivo do crisântemo cv. Miramar em vaso.

Palavras-chave: *Dendranthema grandiflora* Tzvelev., índices fisiológicos, nutrição mineral.

INTRODUÇÃO

O crisântemo (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev.) é uma das plantas mais cultivadas em todo o mundo e uma das flores mais populares, juntamente com as rosas, cravos e gérberas, fazendo parte do elenco básico das floriculturas. O sucesso como flor de corte e em vaso deve-se à precisão com que responde ao comprimento do dia (fotoperíodo) para a indução floral, à diversidade de cores e formas, resistência ao transporte, excelente durabilidade e adaptabilidade a diferentes regiões (BARBOSA, 2003).

A indústria da floricultura vem se desenvolvendo com o objetivo de alcançar elevados padrões de qualidade, a partir de sistema produtivo que, além de reduzir os custos de produção, minimize os danos ambientais, levando sempre em consideração a qualidade final do produto, incluindo padronização e tornando o produtor mais competitivo.

Para o adequado desenvolvimento da planta e obtenção de produtividade satisfatória, é essencial a reposição de água e nutrientes, em quantidade e momento adequados. Entretanto, o conhecimento de vários fatores que cercam esse sistema é de difícil compreensão por parte dos produtores, que necessitam de resultados de pesquisas realizadas e de técnicos capacitados para promoverem a melhoria do sistema produtivo.

Neste sentido, diversas pesquisas têm sido conduzidas no que se refere à nutrição mineral de crisântemo no Brasil, principalmente sobre absorção e deficiência de nutrientes e sua concentração nas plantas (FERNANDES et al., 1975; LIMA, 1987; MENEZES, 1996; BARBOSA et al., 1999; BARBOSA et al., 2000; STRINGHETA et al., 2003; BARBOSA et al., 2005) e, o efeito de níveis de condutividade elétrica da solução do substrato sobre o crescimento das plantas de crisântemo de vaso (MOTA, 2004).

Embora a pesquisa em floricultura tenha evoluído bastante, até o momento, não se tem uma solução nutritiva padrão para o crisântemo, como há por exemplo, para o tomateiro, (CASTELLANE & ARAÚJO, 1995). As recomendações encontradas são provenientes, em sua maior parte, dos Estados Unidos, da Holanda e do Japão e são

adaptadas pelos produtores às nossas condições de cultivo, ficando, contudo, incerta a sua eficiência, resultando na maioria das vezes em aplicação de quantidade insuficiente ou excessiva de nutrientes, ocorrendo, portanto, uma nutrição desbalanceada (NELL et al., 1997). A grande maioria dos produtores possui suas próprias soluções nutritivas, ocasionando, muitas vezes, em manejo pouco eficiente e resultando em prejuízos no crescimento vegetal com conseqüentes decréscimos na qualidade de vaso do produto final, principalmente àqueles em fase inicial de estabelecimento, na ausência de informações suficientes para o cultivo de crisântemo.

Para exteriorizar todo o potencial produtivo e ornamental, o crisântemo de vaso é exigente em manejo, sendo o balanço adequado de nutrientes fundamental para atingir o padrão de qualidade. O excesso ou deficiência dos elementos nutricionais pode causar problemas de produção, alterando a qualidade e a vida pós-colheita. Os fertilizantes devem ser aplicados corretamente, de modo a possibilitarem altos rendimentos sem perda da qualidade das flores produzidas e, por outro lado, diminuir os custos de produção e minimizar os danos ambientais (GRUSZYNSKI, 2001).

Tendo em vista a importância da qualidade das flores e plantas ornamentais, este trabalho teve por objetivo estudar diferentes soluções nutritivas sobre o desenvolvimento do crisântemo cv. Miramar cultivado em vaso, nas condições de Jaboticabal, SP.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização da área experimental

O experimento foi conduzido em ambiente protegido no Setor de Plasticultura do Departamento de Engenharia Rural da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV) da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Jaboticabal, SP, localizado a 21°14'05" de latitude Sul, 48°17'09" de longitude oeste e com altitude média de 600 m.

O ambiente protegido foi do tipo “capela” com área total de 510 m² (10 x 51 m) e 3 m de pé-direito disposta no sentido Leste-Oeste, estrutura metálica, coberta com filme de polietileno transparente, aditivado contra U.V., com 150 micras de espessura. A lateral foi protegida com telas de polipropileno com 30% de sombreamento com 1 m de altura, bem como a área ocupada pelos vasos de crisântemo foi coberta com tela de 50% de sombreamento.

Durante a realização do experimento, no interior do ambiente protegido, as temperaturas média, média da mínima e média da máxima foram respectivamente, 26°C, 22,4°C e 34,6°C (Figura 1A) e a umidade relativa média do ar foi 65,6%, média da mínima de 40% e média da máxima de 87% (Figura 1B).

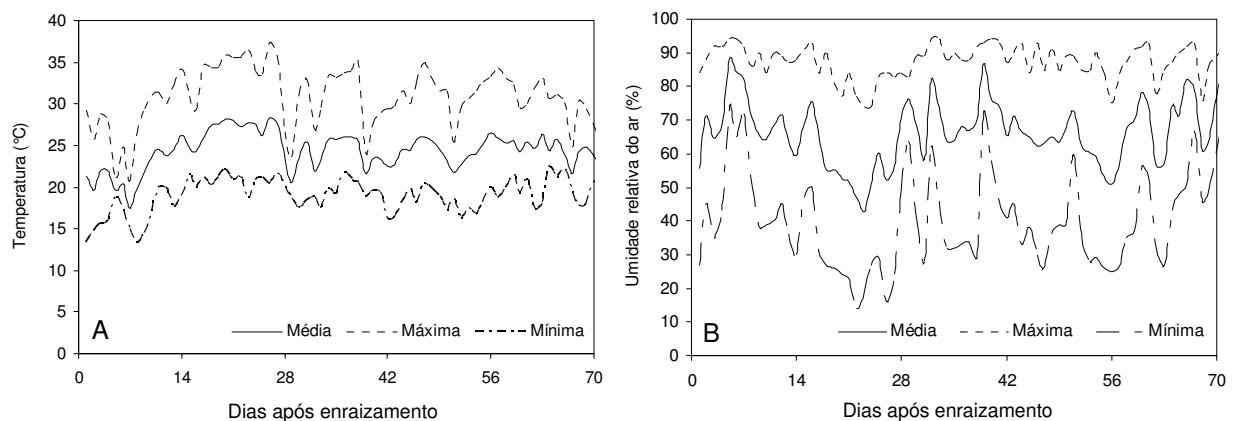


Figura 1. Variação da temperatura do ar média, máxima e mínima (A); e, umidade relativa do ar média, máxima e mínima (B) no local do experimento. Jaboticabal, 2005.

Tratamentos e delineamento experimental

O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados com avaliação feita em parcelas subdivididas no tempo. Os tratamentos corresponderam às quatro diferentes soluções nutritivas (parcelas): S1, S2, S3, S4, avaliadas em seis épocas de amostragem para análise de crescimento da cultura (subparcelas): 0, 14, 28, 42, 56 e 70 dias após enraizamento (DAE), com cinco repetições.

As composições das soluções nutritivas estudadas encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1. Concentração de macro e micronutrientes das soluções nutritivas aplicadas em plantas de crisântemo cv. Miramar cultivado em vaso. Jaboticabal, SP, 2005.

Soluções	Macronutrientes (mg L ⁻¹)						Micronutrientes (mg L ⁻¹)					
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn
S1 Motos & Oliveira (s.d.)	150	40	300	150	60	80	-	-	-	-	-	-
S2 Holambra (2005) ¹	180	50	480	130	45	60	-	-	3,9	-	-	-
S3 Barbosa (1996)	202	62	505	61	24	16	0,3	0,03	2,8	2,2	0,01	0,1
S4 Furlani (1999)	200	31	293	100	24	32	0,2	0,03	3,4	1,1	0,05	0,2

Condução do experimento e tratos culturais

Estacas de crisântemo (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev.) cultivar Miramar, de cor amarela, inflorescências tipo margarida, oriundas de um único lote de mesma idade, foram adquiridas junto à empresa comercial Dekker de Wit[®] e cultivadas em vasos de polietileno número 14 (pote 14) com volume de 1,2 L e dimensões altura 12 cm, base superior e base inferior com 14 cm e 9,4 cm de diâmetro, respectivamente. Em 07/09/2005, foram estaqueadas seis estacas por vaso, previamente tratadas com ácido indolbutírico (AIB), com término do experimento em 30/11/2005 totalizando 12 semanas de cultivo.

Foi utilizado substrato comercial para plantas ornamentais (Terra do Paraíso 3010), com valor de pH 6,3 e condutividade elétrica de 1,26 dS m⁻¹, sendo os vasos preenchidos manualmente.

Após o plantio, as estacas foram cobertas com plástico transparente para manter a umidade durante o período de enraizamento e, 14 dias após o início do enraizamento, quando apresentavam cinco a seis folhas abertas e raízes que atingiam pelo menos 6 cm de profundidade (metade da altura do vaso, verificado diariamente), foram submetidas ao “pinch” (retirada do meristema apical para estimular o surgimento de brotações laterais, promovendo uma melhor formação à planta). Nesta etapa, os vasos que estavam lado a lado, foram espaçados (30 x 30 cm) para promover o melhor crescimento e desenvolvimento das plantas, considerando-se nesta data o tempo 0

¹ Informação pessoal (2005)

(zero) de avaliação. No Apêndice 1A encontram-se a cultivar Miramar e as etapas da instalação do experimento até o espaçamento dos vasos.

Durante o período de enraizamento foi providenciada iluminação artificial, promovendo dias com mais de 13 horas de luz, utilizando-se lâmpadas incandescentes de 100 W, instaladas a 1,2 m de altura e espaçadas de 1,0 x 1,0 m. Estas foram ligadas no período noturno, alternando automaticamente intervalos de luz com intervalos de escuro para favorecer o crescimento vegetativo. Esta operação foi realizada diariamente até 14 DAE. Após este período, as plantas passaram para a fase dos dias curtos (dias com menos de 13 horas de luz) a partir do escurecimento artificial promovido por lonas de polietileno pretas para a indução floral. Este manejo seguiu as recomendações de MOTOS & OLIVEIRA (s.d).

Os vasos foram mantidos livres de plantas daninhas e foi realizado o controle fitossanitário preventivo à base de produtos e doses adequadas à cultura, bem como foi aplicado 2 g L^{-1} do regulador de crescimento B-Nine[®] (Daminozide 85%), três vezes durante o ciclo, aos 14, 28 e 42 DAE.

O manejo da fertirrigação foi baseado no método da pesagem, em que cinco vasos com plantas de cada tratamento, com drenos na parte inferior, foram inicialmente saturados, com água não salina até iniciarem a drenagem. Após cessar a drenagem, os vasos foram pesados para obtenção do peso úmido inicial (U_i), correspondente à capacidade de vaso. Obteve-se desta maneira o valor do vaso + substrato úmido + planta referente a cada tratamento, que foi utilizado como referência para as irrigações subseqüentes até o final do experimento. Para repor a quantidade de solução (QS) que foi consumida (evapotranspirada) referente ao dia anterior, procedia-se novamente a pesagem dos vasos, obtendo-se a umidade média final (U_f), e pela equação $QS = U_i - U_f$ obtinha-se os volumes de água a serem aplicados em cada tratamento. Os vasos eram transportados até o laboratório próximo ao cultivo, diariamente e, sempre no mesmo horário para a pesagem. Durante todo o ciclo da cultura foram consumidos em média 240 mL de solução nutritiva por vaso por dia, independentemente do tipo de solução nutritiva, apresentando aos 14, 28, 42, 56 e 70 DAE um consumo, em mL por vaso por dia, de 183, 219, 258, 271 e 276, respectivamente.

Foram preparadas quatro diferentes soluções nutritivas em diferentes recipientes, de acordo com os tratamentos pré-estabelecidos, utilizando-se água da chuva, que apresentou CE de $0,07 \text{ dS m}^{-1}$. As soluções nutritivas foram compostas de fertilizantes comerciais para o fornecimento de macronutrientes: nitrato de amônio (NH_4NO_3), nitrato de cálcio (CaNO_3), nitrato de potássio (KNO_3), sulfato de magnésio (MgSO_4) e mono amônio fosfato (MAP); e, os micronutrientes fornecidos na forma líquida foram: B (10%), Cu (14%), Mn (14%), Mo (12%), Zn (24%) e, Fe-EDTA (6,5%). O monitoramento da condutividade elétrica (CE) e pH das soluções nutritivas foram realizados semanalmente e quando necessário, foram realizadas as correções do pH com soluções $0,1 \text{ mol L}^{-1}$ de KOH e de H_2SO_4 , mantendo-se pH $5,5 \pm 0,5$. Os valores da CE das soluções nutritivas foram 2,0, 2,0, 2,5 e 2,1 dS m^{-1} respectivamente para S1, S2, S3, e S4.

Variáveis estudadas

O crescimento da cultura foi avaliado a cada 14 DAE a partir das seguintes variáveis: a) altura de plantas (cm): utilizando régua graduada; b) área foliar (cm^2): pelo medidor de área foliar eletrônico (Li-Cor, L1-3100[®]); c) número de folhas; d) diâmetro da haste (mm): uso de paquímetro digital (Digimess[®], amplitude 0,01mm-300mm); e) massa seca de parte aérea, raízes e total (g): material submetido à secagem em estufa com circulação forçada de ar à $70 \text{ }^\circ\text{C}$ por 72 horas e pesado em balança digital (precisão 0,01g). O número e diâmetro de inflorescências (mm) foram analisados no final do experimento (70 DAE).

A partir dos dados foram calculados os índices fisiológicos da análise de crescimento, segundo recomendações de BENINCASA (2003), como segue:

a) taxa de crescimento absoluto (TCA), em g semana^{-1} (Expressão 1).

$$TCA = \frac{MST_2 - MST_1}{t_2 - t_1} \quad (1)$$

Onde: MST_2 é a massa seca total da parte aérea atual (g); MST_1 é a massa seca total da parte aérea inicial (g); $t_2 - t_1$ é o intervalo de tempo entre duas coletas (semanas).

b) taxa de crescimento relativo (TCR), em $g\ g^{-1}$ por semana (Expressão 2).

$$TCR = \frac{\ln MST_2 - \ln MST_1}{t_2 - t_1} \quad (2)$$

Onde: \ln é o logaritmo Neperiano.

c) taxa de assimilação líquida (TAL), em $g\ cm^{-2}$ por semana (Expressão 3).

$$TAL = \left(\frac{MST_2 - MST_1}{t_2 - t_1} \right) \left(\frac{\ln AF_2 - \ln AF_1}{AF_2 - AF_1} \right) \quad (3)$$

Onde: AF_2 é a área foliar total atual da parte aérea (cm^2); AF_1 é a área foliar total inicial da parte aérea (cm^2).

d) razão de área foliar (RFA), em $cm^2\ g^{-1}$ (Expressão 4)

$$RAF = \frac{AF}{MST} \quad (4)$$

Onde: AF é a área foliar atual (cm^2); MST é a massa seca total atual (g).

Avaliação estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância para avaliação de efeito estatístico entre as fontes de variação e suas interações; as soluções e épocas de avaliação foram comparadas pelo teste de Tukey ($P < 0,01$) no software SAS (SAS, 2000). Realizou-se análise de regressão polinomial para as variáveis estudadas ao longo do ciclo de cultivo no software SIGMAPLOT (SPSS, 2000). Para os parâmetros fisiológicos calculados na análise de crescimento, não foram feitas as análises de variância, pois, sendo variáveis calculadas, não é possível afirmar que as mesmas obedecem às pressuposições básicas para esse tipo de análise (BANZATTO & KRONKA, 1989).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pelos resultados da análise de variância apresentados na Tabela 2, observa-se que houve diferença significativa entre as soluções nutritivas estudadas para altura de plantas, área foliar e número de folhas; e, para o efeito épocas houve diferença significativa em todas as variáveis. Porém não foi registrada nenhuma interação significativa entre os fatores estudados, indicando que não há interdependência entre eles.

Tabela 2. Altura de plantas (ALT), área foliar (AF), número de folhas (NF) e diâmetro de haste (DH) em plantas de crisântemo cv. Miramar cultivado em vaso em função das soluções nutritivas e época de avaliação. Jaboticabal, 2005.

Causa de variação	ALT	AF	NF	DH
	cm	cm ²	por vaso	mm
Solução (S) (Valor "F")	6,06**	5,01*	6,38**	0,60 ^{ns}
S1	15,79 b	1607,79 b	172,87 b	3,17 a
S2	16,12 ab	1536,64 b	177,80 b	3,25 a
S3	16,43 ab	1710,70 ab	191,46 ab	3,21 a
S4	16,84 a	1981,32 a	200,20 a	3,18 a
DMS	0,73	352,80	20,08	0,29
C.V. (%) (a)	6,1	27,9	14,6	11,9
Época (E) (Valor "F")	1257,11**	116,10**	210,60**	57,20**
C.V. (%) (b)	5,3	16,5	17,5	10,5
Interação S x E (Valor "F")	0,80 ^{ns}	1,28 ^{ns}	0,41 ^{ns}	0,92 ^{ns}

DMS = diferença mínima significativa; C.V.= coeficiente de variação; DAE = dias após o enraizamento; ns = Não significativo.

Comparando-se os resultados do crescimento em altura entre as soluções nutritivas constata-se que a S4, embora numericamente supere as demais, foi significativamente superior apenas em relação a S1, sem diferir, portanto de S2 e S3 (Tabela 2). Pela distribuição da altura das plantas nas diferentes épocas (Figura 2A) observa-se que o crescimento foi lento nos primeiros 14 dias (9,91 cm) em relação a

altura final aos 70 DAE (23,54 cm), o que é comum, pois a lentidão no crescimento inicial está associada à recuperação das plantas após o “pinch”, que induz a brotação lateral conforme apresentado por WALLERSTEIN et al. (1992). De acordo com STRINGHETA (1995), comercialmente uma planta de crisântemo envasado deve ter altura de aproximadamente 30 a 35 cm (incluindo o vaso), embora este valor dependa da variedade, assim, o ideal para as plantas de crisântemo em vaso deve estar entre 20 a 25 cm. BARBOSA (2003) reporta que a relação altura de planta e tamanho de vaso é importante para formar um conjunto harmônico, sugerindo que a mesma deve ser de 1,5 a 2 vezes a altura do vaso. Deve-se considerar que se não houvesse a aplicação de regulador de crescimento B-Nine[®], prática usual entre os produtores de crisântemo devido ao padrão de altura que as plantas devem apresentar no momento da comercialização, possivelmente as plantas apresentariam maior altura aos 70 dias.

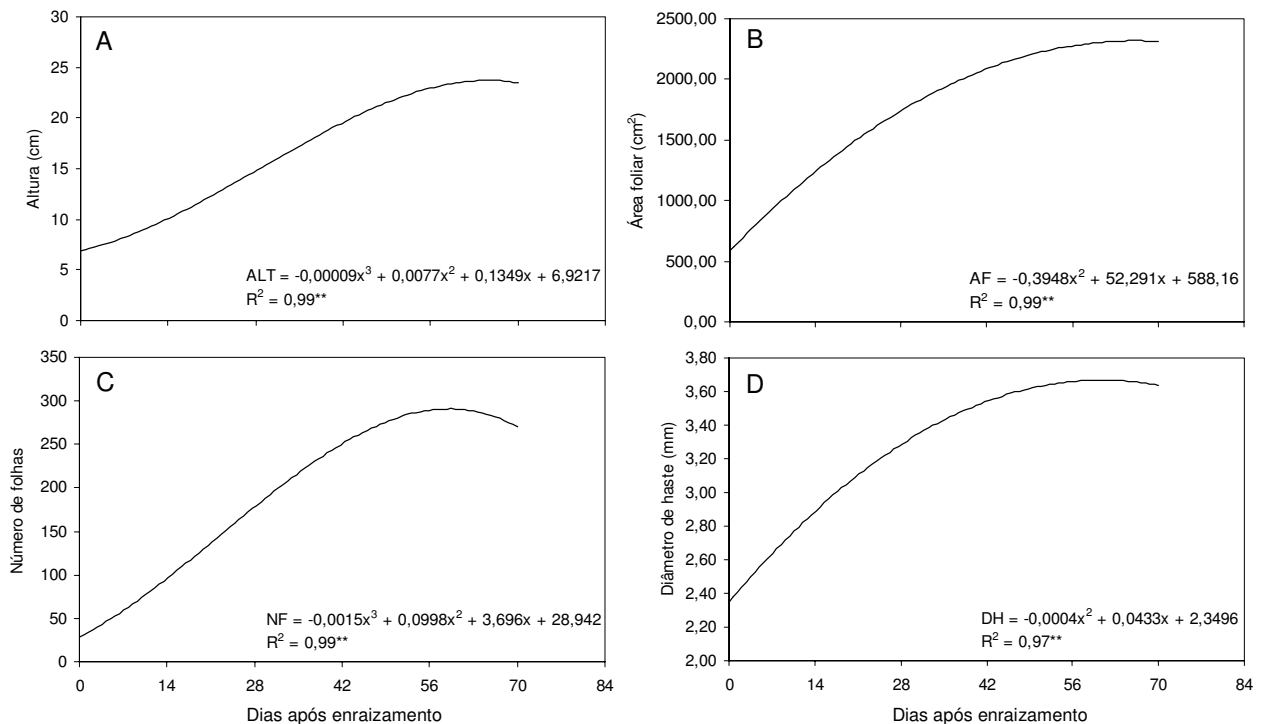


Figura 2. Altura de plantas (A), área foliar (B), número de folhas (C) e diâmetro de haste (D) de plantas de crisântemo cv. Miramar cultivado em vaso em função da época de avaliação. Jaboticabal, 2005.

A temperatura do ar é uma variável que determina a taxa de desenvolvimento da cultura, influenciando no período total de crescimento necessário para atingir o ponto de colheita. Essa dependência deve-se ao seu efeito na velocidade das reações químicas e dos processos internos de transporte da seiva, e ao desenvolvimento normal das plantas (DOORENBOS & KASSAM, 1979; TAIZ & ZEIGER, 2004). No decorrer do experimento as temperaturas médias da mínima e máxima registradas foram respectivamente, 22,4 e 34,6 °C, portanto acima dos considerados ideais para a cultura [18-25 °C para ADAMS et al. (1998) e 21-24 °C para FERNANDES (1996)], o que possivelmente tenha influenciado na altura das plantas. Comportamento semelhante foi observado por DOI et al. (1991) ao observarem que os efeitos da exposição às temperaturas altas do ar, 30 °C durante o dia e 25 °C durante a noite, sobre a produção de *Gypsophila paniculata*, resultaram em hastes mais curtas e menor número de flores.

A área foliar e o número de folhas (Tabela 2) foram favorecidos pelas soluções S4 e S3, que não diferiram estatisticamente entre si. Essa situação pode ser atribuída à composição das soluções, uma vez que S4 e S3 são mais concentradas em nitrogênio que S1 e S2. Segundo MARSCHNER (2005), um dos efeitos do N é promover a expansão da área foliar e maior crescimento vegetativo. Em relação às épocas, até aos 42 DAE ocorreu rápido crescimento, e, a partir desta data, os incrementos em área foliar tendem a se estabilizar (Figura 2B), o que pode ser explicado pelas reservas de nutrientes estarem sendo deslocadas para o processo de formação e de abertura das flores, as quais não estavam presentes aos 28 DAE. Quanto ao número de folhas, nota-se ligeiramente uma queda aos 70 DAE (Figura 2C).

O diâmetro da haste não foi influenciado pelas soluções nutritivas (Tabela 2), apresentando maior valor numérico aos 70 DAE (3,67 mm), porém observa-se que a partir de 42 DAE os valores tornaram-se estáveis (Figura 2D), de forma análoga às medidas foliares. Os valores assemelham-se aos obtidos por MOTA (2004) para o maior diâmetro de haste (3,59 mm) e, ao maior valor médio (3,5 mm) reportado por PEREIRA (2002), ambos para a variedade de crisântemo White Diamond. JOINER & SMITH (1962) estudando o efeito da adubação no desenvolvimento das plantas de

crisântemo, reportaram que diferentes concentrações de N, P₂O₅ e K₂O não interferiram de forma pronunciada no diâmetro das hastes, da variedade Bluechip.

Quanto ao número de inflorescências observa-se que não houve diferença estatística entre as soluções, o que era de se esperar, uma vez que o número de hastes é definido logo após o enraizamento, com a emergência dos brotos laterais estimulados pela realização do “pinch” (Tabela 3). Estes resultados não estão muito distantes dos obtidos por MOTA (2004), em que encontrou no máximo 23 inflorescências por vaso.

O diâmetro das inflorescências, a exemplo do número, não foi influenciado pelas soluções estudadas, cujo valor médio 53,51 mm, apresenta-se expressivamente abaixo dos apresentados por PEREIRA (2002), com diâmetro médio de inflorescência de 80,8 mm e, MOTA (2004), em estudo com diferentes condutividades elétricas da solução, obteve médias entre 72,48 e 77,93 mm, ambos para a variedade White Diamond. Deve-se levar em consideração que existem diferenças no tamanho das inflorescências entre as variedades de crisântemo em vaso e também depende da avaliação do grau de abertura da inflorescência.

Tabela 3. Número (NI) e diâmetro (DI) da inflorescência em plantas de crisântemo cv. Miramar cultivado em vaso em função das soluções nutritivas aos 70 DAE. Jaboticabal, 2005.

Causa de variação	Número de inflorescências	Diâmetro de Inflorescência
	— por vaso —	— mm —
Solução (S) (Valor “F”)	0,75 ^{ns}	1,81 ^{ns}
S1	18 a	52,62 a
S2	18 a	52,61 a
S3	19 a	53,85 a
S4	20 a	54,95 a
DMS	4	3,38
C.V. (%)	12,6	3,5

DMS = diferença mínima significativa; C.V.= coeficiente de variação.

De acordo com SOUZA (1991), existe uma classificação das inflorescências em estágio de botão, semi-abertas e abertas. Desta maneira, pelos dados obtidos no presente trabalho as inflorescências enquadram-se dentro da classificação semi-abertas, com mais de 35 mm de diâmetro. Para que fossem consideradas abertas, o diâmetro deveria ser superior a 60 mm. Portanto, de forma análoga à altura de plantas, cabe ressaltar a importância da temperatura do ar, que tem efeito direto na floração, como previamente determinado por ADAMS et al. (1998) ao concluírem que o tempo de florescimento do crisântemo tem resposta ótima quando submetidas à temperatura entre 17 e 22 °C, variando entre os cultivares e GRUSZYNSKI (1991) observou que temperaturas elevadas causam inibição no florescimento, ou seja, como as temperaturas registradas foram acima das consideradas ideais para a cultura, as plantas precisariam de maior período para que houvesse total abertura das inflorescências. Mesmo admitindo que a temperatura exerce efeito relevante no florescimento do crisântemo, PLOEG & HEUVELINK (2006) afirmam que o fotoperíodo é também um fator determinante para a produção do crisântemo, independente do cultivar.

De forma análoga aos resultados de crescimento foliar, foram detectadas diferenças significativas quanto à produção de massa seca da parte aérea e total das plantas entre as soluções nutritivas, com semelhança entre S4 e S3 (Tabela 4).

Quanto às épocas ou idades das plantas a maior produção de massa seca foi atingida aos 70 DAE. Os incrementos mais acentuados na produção de massa seca, tanto da parte aérea, da raiz e total, ocorreram dos 14 até aos 56 DAE, estabilizando-se aos 70 DAE (Figura 3).

Resultados semelhantes foram observados por MOTA (2004) ao verificar a influência de diferentes níveis de condutividade elétrica da solução nutritiva sobre o crisântemo variedade White cultivado em vaso, observando que dos 28 até 42 DAE houve maior desenvolvimento da planta, com maiores incrementos na fitomassa seca.

De acordo com CAMARGO et al. (2002) os incrementos na massa seca da parte aérea estão relacionados às flores, que podem contribuir com 20% da massa seca final e, segundo GRUSZYNSKI (2001) e STRINGHETA (1995), as raízes são pouco

desenvolvidas nas primeiras semanas e a eficiência do sistema radicular aumenta ao longo da idade das plantas, em função da parte aérea.

Tabela 4. Produção de massa seca da parte aérea (MSPA), das raízes (MSR) e total (MST) em plantas de crisântemo cv. Miramar cultivado em vaso em função das soluções nutritivas e época de avaliação. Jaboticabal, 2005.

Causa de variação	MSPA	MSR	MST
	g vaso ⁻¹		
Solução (S) (Valor "F")	4,82*	1,67 ^{ns}	4,16*
S1	12,63 b	2,07 a	14,70 b
S2	12,77 b	2,11 a	14,88 b
S3	13,14 ab	2,24 a	15,38 ab
S4	14,36 a	2,28 a	16,64 a
DMS	1,45	0,28	1,73
C.V. (%) (a)	14,8	27,4	15,2
Época (E) (Valor "F")	816,58**	261,24**	847,15**
C.V. (%) (b)	11,4	17,4	11,1
Interação S x E (Valor "F")	0,96 ^{ns}	1,77 ^{ns}	1,03 ^{ns}

DMS = diferença mínima significativa; C.V.= coeficiente de variação; DAE = dias após o enraizamento; ns = Não significativo.

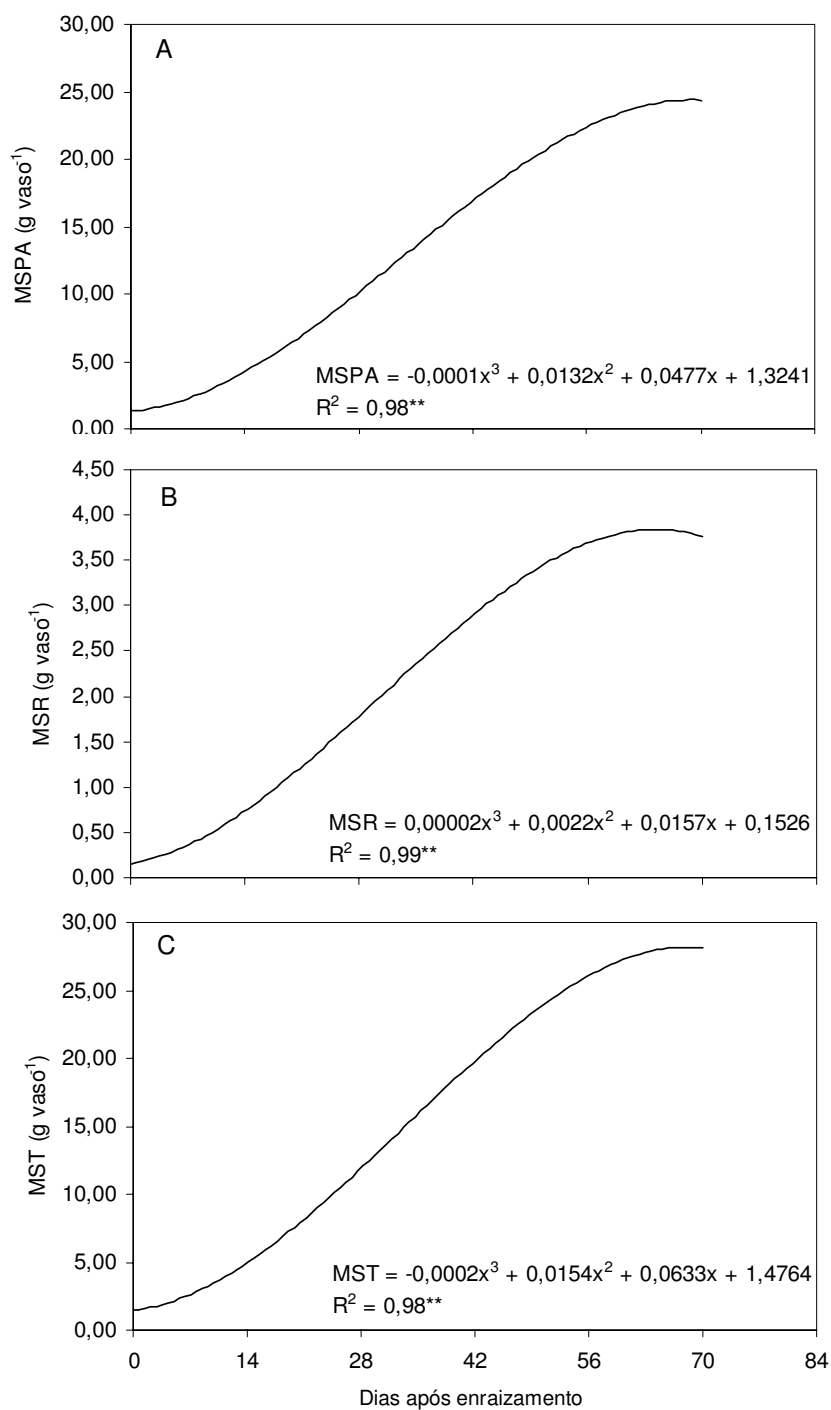


Figura 3. Massa seca da parte aérea (A), massa seca da raiz (B) e massa seca total (C) de plantas de crisântemo cv. Miramar cultivado em vaso em função da época de avaliação. Jaboticabal, 2005.

Análise de crescimento

Segundo KVET et al. (1971), a análise de crescimento de comunidades vegetais é um dos primeiros passos na análise de produção primária, caracterizando-se como o elo de ligação entre o simples registro do rendimento das culturas e a análise destas por meio de métodos fisiológicos, podendo ser utilizada para conhecer a adaptação ecológica das plantas a novos ambientes, a competição interespecífica, os efeitos de sistemas de manejo e a capacidade produtiva de genótipos.

A taxa de crescimento absoluto (TCA) pode ser usada para estimar a velocidade média de crescimento ao longo do período (BENINCASA, 2003). Observa-se na Figura 4A, que há um crescimento vegetativo acelerado dos 14 aos 28 DAE, na ordem $S4 > S3 > S1 > S2$, o que pode ser atribuído, ao maior conteúdo de N em S3 e S4 e, a partir desta época, observa-se reduções da TCA em todos os tratamentos, mas não de forma contínua, ou seja, aos 42 DAE verifica-se que a S2 supera a S1 e iguala-se com S3. Dos 56 aos 70 DAE ocorre outro comportamento, obedecendo a ordem $S4 > S1 > S2 > S3$. Este tipo de comportamento pode ser atribuído a diversos mecanismos de respostas diretas e indiretas, como por exemplo, a absorção de nutrientes e alterações no mecanismo hormonal (BERGAMASHI et al., 1988). A ocorrência de temperaturas acima dos valores ideais para a cultura, durante a execução do experimento, pode ter afetado a absorção dos nutrientes, porque sob temperaturas elevadas, é necessário o uso de maior quantidade de água e diminuição dos fertilizantes, para evitar problemas com concentrações de sais no substrato, conforme reportado por CAVALCANTE & CAVALCANTE (2006).

Em referência à taxa de crescimento relativo (TCR), também denominado de taxa de crescimento específico, que representa a quantidade de material produzido por unidade de material já existente (BENINCASA, 2003), verificou-se, na Figura 4B, que até os 28 DAE o tratamento S4 exerceu maior eficiência de conversão de massa seca em comparação às demais soluções que até esta época apresentaram praticamente a mesma TCR. A partir dos 28 DAE todos os tratamentos apresentaram brusco declínio até 42 DAE estabilizando-se até o final do experimento. Este declínio, segundo MILTHORPE & MOORBY (1974), pode ser explicado pela elevação da atividade

respiratória e pelo auto-sombreamento, cuja importância aumenta com a idade da planta. Além disso, na fase final da cultura, o crescimento pode tornar-se negativo em função da morte de órgãos vegetais como folhas e gemas.

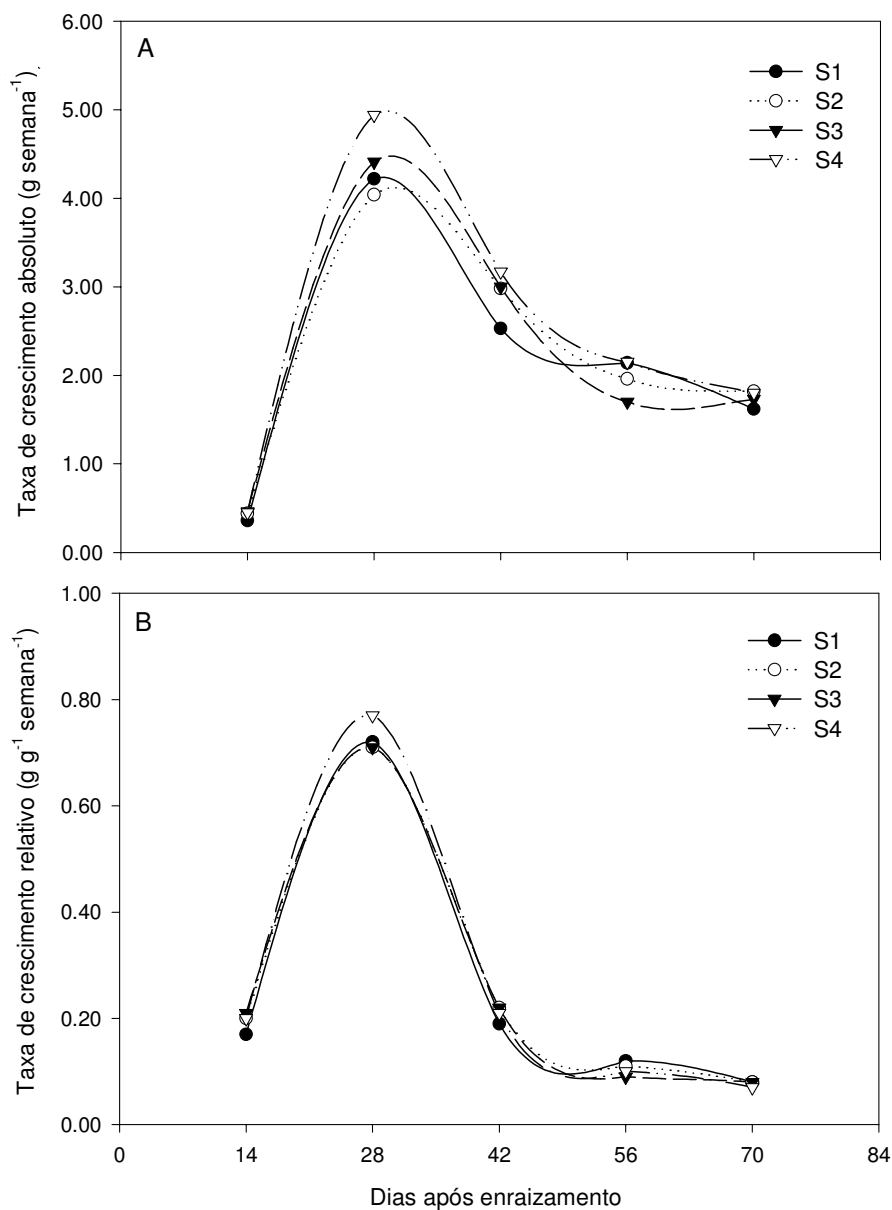


Figura 4. Taxa de crescimento absoluto (A) e taxa de crescimento relativo (B), de plantas de crisântemo em vaso cv. Miramar em função de solução nutritiva e época de avaliação. Jaboticabal, 2005.

A taxa de assimilação líquida (TAL) representa o balanço entre o material produzido pela fotossíntese e o perdido por meio da respiração, expressando desta forma a eficiência das folhas na produção de massa seca e a estimativa da fotossíntese líquida (BENINCASA, 2003). Observa-se na Figura 5 que o tratamento S3 apresentou a maior TAL até os 28 DAE, seguido do S2, S1 e S4, ocorrendo uma diminuição a partir desta época. Os tratamentos S1 e S4 tiveram comportamentos semelhantes até os 42 DAE, com declínio sistemático para S4 até a colheita, apresentando a menor TAL. Este efeito é justificado pela maior área foliar das plantas submetidas a solução S4, ou seja, a TAL comumente diminui com o aumento da área foliar, devido ao efeito do sombreamento das folhas inferiores (MILTHORPE & MOORBY, 1974). Essa afirmativa concorda com os registros de VALMORBIDA (2003) que atribui à diminuição da TAL em *Mentha piperita* L., cultivada em diferentes níveis de potássio, ao aumento da área foliar, responsável pelo maior sombreamento das folhas inferiores.

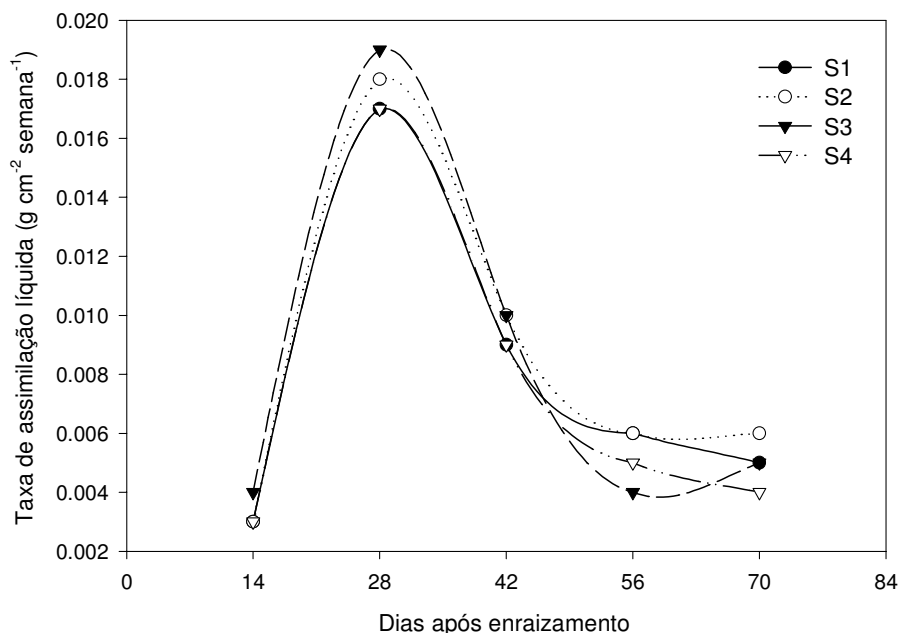


Figura 5. Taxa de assimilação líquida de plantas de crisântemo em vaso cv. Miramar em função de solução nutritiva e época de avaliação. Jaboticabal, 2005.

De acordo com URCHEI et al. (2000), a evolução da TAL com a idade da planta sugere diminuição progressiva desse parâmetro fisiológico ao longo dos diferentes estádios, evidenciando maiores valores durante o período vegetativo da cultura, com declínio mais acentuado, seguido de uma relativa constância da assimilação líquida na fase reprodutiva, com retomada de decréscimos sucessivos do final do estágio reprodutivo ao término do ciclo da cultura.

As curvas da razão de área foliar (RAF) em função do tempo evidenciaram aumento acelerado até aos 14 DAE e declínio acentuado a partir desta idade até os 28 DAE, tendendo a estabilizar até a colheita (Figura 6). Segundo URCHEI et al. (2000), isto indica que a maior parte do material fotossintetizado é convertida em folhas, para maior captação da radiação solar. A partir desse período ocorrem decréscimos com o desenvolvimento fenológico da cultura, em função do surgimento de tecidos e estruturas não assimilatórias como flores, além do auto-sombreamento com a idade da planta.

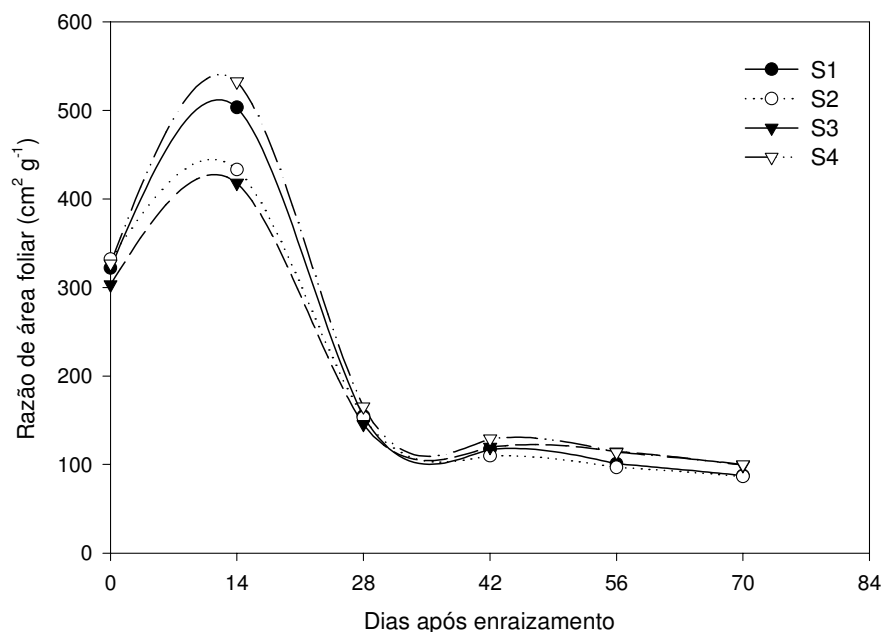


Figura 6. Razão de área foliar de plantas de crisântemo em vaso cv. Miramar em função de solução nutritiva e época de avaliação. Jaboticabal, 2005.

Os maiores valores de RAF correspondem às plantas tratadas com S4, independentemente da época de avaliação, resultado comprovado por terem apresentado a maior massa seca tanto da parte aérea como total, bem como maior área foliar. Por outro lado, o tratamento S3, que não diferiu estatisticamente da S4 nas variáveis citadas, apresentou até 28 DAE a menor RAF, igualando-se à S4 apenas aos 56 DAE. Essa diminuição da RAF no tratamento S3 pode ter sido decorrente da maior eficiência das folhas em converter a energia luminosa e CO₂ em massa seca, já que a RAF, segundo BENINCASA (2003), expressa a área foliar útil para fotossíntese, razão entre a área foliar e massa seca total. Resultados semelhantes foram registrados por URCHEI et al. (2003) em ensaios realizados com feijoeiro sob irrigação.

De acordo com BENINCASA (2003), a RAF declina à medida que a planta cresce, devido ao aumento da interferência de folhas superiores sobre as folhas inferiores, e uma tendência da área foliar útil diminuir a partir de certa fase do desenvolvimento.

De forma geral, pelos resultados, observa-se que os melhores desempenhos referem às soluções S4 e S3. Sabe-se que o crisântemo é altamente exigente em nutrientes e possui baixa sensibilidade à concentração salina (PENNINGSFELD, 1962; AYERS & WESTCOT, 1999), sendo a salinidade limiar de 6,0 dS m⁻¹ (FARNHAM et al., 1979). Frente a esta afirmação, esperava-se que a S3, que foi a solução nutritiva mais concentrada no presente estudo, dada pela condutividade elétrica que foi de 2,5 dS m⁻¹ apresentasse os melhores resultados, porém S4 (2,1 dS m⁻¹) foi semelhante e até superior. Deve-se ressaltar ainda a ausência dos micronutrientes na composição de S1 e S2, que podem ter determinado a inferioridade dessas soluções em relação às demais para a maioria das variáveis estudadas.

Observando-se a composição das soluções nutritivas quanto à NPK (Tabela 1), verifica-se que S3 e S4, apresentam concentrações de N semelhantes, entretanto as quantidades de P e K da S3 são respectivamente, de 50 e 58% superiores à S4, assim, recomenda-se utilizar a solução S4, pois haverá um menor uso na quantidade total de fertilizantes reduzindo os custos de produção. Além da nutrição mineral, outro fator que possa ter influenciado fortemente no desenvolvimento e crescimento das plantas foram

as altas temperaturas registradas no decorrer do experimento, pois de acordo com BARBOSA et al. (1999), a temperatura e a época de cultivo também interferem na absorção de nutrientes.

CONCLUSÕES

Pelo presente trabalho, conclui-se:

- as soluções S3 e S4 são mais eficientes que S1 e S2 no desenvolvimento e índices fisiológicos do crisântemo cv. Miramar cultivado em vaso.

- recomenda-se a fertirrigação com a solução S4 para o cultivo do crisântemo cv. Miramar em vaso.

REFERÊNCIAS

ADAMS, S.R.; PEARSON, S.; HADLEY, P. The effect of temperature on inflorescence initiation and subsequent development in chrysanthemum cv. 'Snowdon' (*Chrysanthemum morifolium* Ramat.). **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.77, p.59-72, 1998.

AYERS, R.S.; WESTCOT, D.W. **A qualidade da água na agricultura**. Campina Grande: UFPB, 1999. 153p. Tradução de GHEYI, H. R.; MEDEIROS, J. F. de.; DAMASCENO, F. A. V. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 29 Revisado).

BANZATTO, D.A.; KRONKA, S. do N. **Experimentação agrícola**. Jaboticabal : UNESP, 1989. 247p.

BARBOSA, J.G. **Crisântemos: produção de mudas, cultivo para corte de flor, cultivo em vaso e cultivo hidropônico**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2003.

BARBOSA, J.G.; KÄMPF, A.N.; MARTINEZ, H.E.P.; KOLLER, O.C.; BOHNEM, H. Chrysanthemum cultivation in expanded clay. I. Effect of the nitrogen-potassium ratio in the nutrient solution. **Journal of Plant Nutrition**, v.23, n.9, p.1327-1336, 2000.

BARBOSA, J.G.; MARTINEZ, H.E.P.; KÄMPF, A.N. Acúmulo de macronutrientes em plantas de crisântemo sob cultivo hidropônico em argila expandida para flor de corte. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.4, p.593-601, 1999.

BARBOSA, J.G.; MARTINEZ, H.E.P.; KÄMPF, A.N. Produção de crisântemo – *Dendranthema morifolium* (Ramat.) Tzvelev – para corte sob cultivo hidropônico. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v.2, n.2, p.48-58, 1996.

BARBOSA, J.G.; MUNIZ, M.A.; MARTINEZ, H.E.P.; LEITE, R.A.; CARDOSO, A.A.; BARBOSA, M.S. Concentração de macronutrientes em crisântemo de vaso, cultivado sob diferentes relações $\text{NO}_3^-/\text{NH}_4^+$. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.27, n.3, p.387-394, 2005.

BENINCASA, M.M.P. **Análise de crescimento de plantas (noções básicas)**. Jaboticabal: FUNEP, 2003. 41p.

BERGAMASCHI, H.; VIEIRA, H.J.; OMETTO, J.C.; ANGELOCCI, L.R.; LIBARDI, P.L. Deficiência hídrica em feijoeiro. I. Análise de crescimento e fenologia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.23, n.7, p.733-743, 1988.

CAMARGO, M.S.; CARMELLO, Q.A.C.; RUSCHEL, J. Avaliação da nutrição e da produção de *Aster ericoides* cultivar White Master em estufa comercial. **Revista Brasileira de Horticultura ornamental**, Campinas, v.7, n.2, p.101-108, 2002.

CASTELLANE, P.D.; ARAÚJO, J.A.C.de. **Cultivo sem solo: hidroponia**. 4.ed. Jaboticabal: FUNEP, 1995. 43p.

CAVALCANTE, L.F.; CAVALCANTE, I.H.L. Uso de água salina na agricultura. In.: CAVALCANTE, L.F.; LIMA, E.M. (eds). **Algumas frutíferas tropicais e a salinidade**. Jaboticabal; FUNEP, 2006. p.1-18.

DOI, M.; MORITA, T.; TAKEDA, Y.; ASAHIRA, T. Effects of exposure to high temperature at different development stages of shoots on rosette formation and flowers malformation of *Gypsophila paniculata* L. **Journal of the Japanese Society for Horticultural Science**, v.59, n.4; p.795-801, 1991.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A.H. **Yield response to water**. Rome: FAO, 1979. 193p. (Irrigation and Drainage Paper, 24).

FARNHAM, D.S.; AYERS, R.S.; HASEK, R.F. **Water quality affects ornamental plant production**. Santa Barbara: University of California, 1979. (Leaflet 2995. Division of Agricultural Sciences).

FERNANDES, P.D.; OLIVEIRA, G.D.; HAAG, H.P. Absorção e deficiências de nutrientes pelo *Chrysanthemum morifolium* L. cv. Suzuki. **Anais da ESALQ**, Piracicaba, n.32, p.471-492, 1975.

FERNANDES, A.L.T. **Monitoramento da cultura do crisântemo em estufa através do uso de lisímetro e estação agrometeorológica automatizados**. 1996. 96f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1996.

FURLANI, P.R. Hydroponic vegetable production in Brazil. **Acta Horticulturae**, Leuven, n.481, p.777-778, 1999.

GRUSZYNSKI, C. **Produção comercial de crisântemos: vaso, corte e jardim**. 1.ed. Guaíba: Agropecuária Editora Ltda., 2001, 166p.

JOINER, J.N.; SMITH, T.C. Effects of nitrogen and potassium levels on the growth, flowering responses and foliar composition of *Chrysanthemum morifolium* "Bluechip". **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.80, p.571-580. 1962.

KVET, J.; ONDOK, J.P.; NECAS, J.; JARVIS, P.G. Methods of growth analysis. In: SESTÁK, Z.; CATSKÝ, J.; JARVIS, P.G. (Eds.). **Plant photosynthetic production: manual of methods**. Hague: W. Junk, 1971. p.343-391.

LIMA, A.M.L.P. **Absorção de nutrientes e deficiência de macronutrientes e boro no crisântemo (*Chrysanthemum morifolium* Ramat) cultivar Golden Polaris**. 1987. 135f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade São Paulo, Piracicaba, 1987.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2.ed. Orlando: Academic Press, 2005, 889p.

MENEZES, J.F.S. **Produtividade e qualidade do crisântemo, em vaso, em resposta a doses de fósforo e de potássio**. 1996, 74f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1996.

MILTHORPE, F.L.; MOORBY, J. **An introduction to crop physiology**. Cambridge, Grã-Bretanha: Cambridge University, 1974. 201p.

MOTA, P.R.D'A. **Níveis de condutividade elétrica da solução do substrato em crisântemo de vaso, em ambiente protegido**. 2004, 82f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2004.

MOTOS, J.R.; OLIVEIRA, M.J.G.de. **Produção de crisântemos em vaso**. Holambra: Flortec, [s.d.]. 34p.

NELL, T.A.; BARRET, J.E.; LEONARD, R.T. Production factor affecting post production quality of flowering potted plants. **HortScience**, Alexandria, v.32, p.817-819, 1997.

PENNINGSFELD, F. **Die Ernährung im Blumen und Zierpflanzenbau**. 2.ed. Berlin: PAREY, 1962, 217p.

PEREIRA, J.R.D. **Análise dos efeitos da época de suspensão da fertirrigação e de níveis de reposição de água à cultura do crisântemo (*Dendranthema grandiflora*) cv. White Diamond**. 2002. 54f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2002.

PLOEG, A. van der; HEUVELINK, E. The influence of temperature on growth and development of chrysanthemum cultivars: a review. **Journal of Horticultural Science & Biotechnology**, Alexandria, v.81, n.2, p.174-182, 2006.

SAS. **SAS/STAT user's guide, version 4.0.2**, SAS Inst. Inc., Cary, USA, 2000.

SPSS, Inc. **SigmaPlot**. Version 6.0.CD/ROM. 2000.

SOUZA, M.M. **Efeito de substratos em diferentes proporções, no cultivo em vasos de *Chrysanthemum morifolium* Ramat, "White Polaris"**. 1991. 69f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1991.

STRINGHETA, A.C.O. **Avaliação de variedades de crisântemo em vaso, em substratos contendo composto de lixo urbano**. 1995, 72f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1995.

STRINGHETA, A.C.O.; MARTINEZ, H.P.; CARDOSO, A.A.; COSTA, C.A. Teores foliares de macronutrientes em crisântemos cultivados em substratos contendo composto de lixo urbano e casca de arroz carbonizada. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v.9, n.2, p.191-197, 2003.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719p.

URCHEI, M.A.; RODRIGUES, J.D.; STONE, L.F. Análise de crescimento de duas cultivares de feijoeiro sob irrigação, em plantio direto e preparo convencional. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.3, p.497-506, 2000.

VALMORBIDA, J. **Níveis de potássio em solução nutritiva, desenvolvimento de plantas e produção de óleo essencial de *Mentha piperita* L.** 2003. 128f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2003.

WALLERSTEIN, I.; KADMAN-ZAHZVI, A.; NISSIN, A.; STAV, R.; MICHAL, S. Control by photoperiod and the rhizomatous zone over the production of basal buds and the preservation of the rosette form in Aster cultivars. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.51, p.237-250, 1992.

CAPÍTULO 3 – DESENVOLVIMENTO E ESTADO NUTRICIONAL DO CRISÂNTEMO CULTIVADO EM VASO EM FUNÇÃO DA CONDUTIVIDADE ELÉTRICA DA SOLUÇÃO NUTRITIVA E LIXIVIAÇÃO DE SAIS

RESUMO – Para o crisântemo de vaso, embora constitua relevante contribuição à atividade de plantas ornamentais, ainda há necessidade de uma recomendação consistente de condutividade elétrica da solução nutritiva para seu cultivo. Nesse sentido, realizou-se um experimento em ambiente protegido para avaliar o desenvolvimento e estado nutricional do crisântemo cv. Miramar cultivado em vaso em função da condutividade elétrica da solução nutritiva e lixiviação de sais. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, em quatro repetições, com os tratamentos distribuídos em esquema fatorial 5 x 2, referentes aos níveis de condutividade elétrica da solução nutritiva (CEs = 2,1; 2,8; 3,5; 4,2 e 4,9 dS m⁻¹) em substrato sem (SSL) e com (SCL) lavagem para lixiviação dos sais. Foram avaliadas as seguintes variáveis: altura de plantas, área foliar, diâmetros da haste e do buquê, massa seca da parte aérea e da raiz, número de botões e inflorescências, bem como as concentrações dos elementos N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn e Zn. O aumento da CEs inibiu o desempenho vegetativo, o acúmulo de micronutrientes e de nitrogênio na massa seca foliar do crisântemo, mas estimulou o diâmetro da haste e os teores de P, K, Ca, Mg e S na massa seca foliar. A lixiviação dos sais estimulou, exceto no diâmetro da haste, maior crescimento das demais variáveis fitotécnicas e maior acúmulo foliar de Cu, Fe e Mn nas plantas. Dentre os macronutrientes, exceção feita ao cálcio e enxofre, os maiores valores de N, P, K e Mg foram determinados nas plantas do substrato sem lixiviação. A CEs 2,1 dS m⁻¹ possibilita a produção de crisântemo dentro de padrões produtivos e qualitativos de comercialização, em SCL.

Palavras-chave: *Dendranthema grandiflora* Tzvelev., salinidade, nutrição mineral.

INTRODUÇÃO

Dentre os principais produtos nacionais da floricultura destaca-se o crisântemo (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev.). Essa afirmativa fundamenta-se nos dados de que, apenas no Estado de São Paulo, o setor de comercialização atacadista de crisântemo movimentou entre R\$ 15 e 20 milhões no ano de 2004 (JUNQUEIRA & PEETZ, 2004). O sucesso como flor de corte e em vaso deve-se à expressiva resposta ao comprimento do dia (fotoperíodo) para a indução floral, à diversidade de cores e formas, resistência ao transporte, longa durabilidade e fácil adaptabilidade às diferentes regiões (BARBOSA, 2003).

Na floricultura, em que a competição por mercados é intensa, uma das grandes limitações de produtividade consiste no manejo rígido de fatores ambientais. Além disso, a expansão da cultura enfrenta também os obstáculos da carência de informações técnicas sobre seu cultivo, dentre eles o conhecimento das necessidades nutricionais da cultura. Essa situação está intrinsecamente relacionada à adubação que, juntamente com a nutrição, promove impacto que pode resultar na perda de qualidade, produtividade e longevidade das inflorescências e da planta. A nutrição e a adubação também possuem importância ecológica, pois a utilização de fertilizantes em doses adequadas representa a redução dos riscos de impactos ambientais, bem como relevância econômica, uma vez que contribui para a diminuição dos custos de produção pelo uso racional da utilização qualitativa e quantitativa de fertilizantes (NELL et al., 1997; RÖBER, 1999; RÖBER, 2006).

Muitas flores e plantas ornamentais são cultivadas em vasos, passando-se a utilizar substratos como meio de cultivo, o que restringe o volume explorado pelo sistema radicular, tornando-se necessária a aplicação de soluções nutritivas com concentrações de nutrientes adequadas às plantas. Entretanto, no manejo da fertirrigação em cultivo de flores em vasos, boa parte dos produtores segue padrões de adubação previamente estabelecidos, o que, muitas vezes, o conduz a produzir plantas sem padrão de qualidade. Neste sentido, o manejo inadequado da solução nutritiva pode promover desbalanço nutricional das plantas e até o aumento da condutividade

elétrica, refletindo-se no aumento da salinização do substrato além do limite de tolerância da cultura, com conseqüentes problemas de toxicidade, resultando em perdas, na produtividade e qualidade dos produtos.

O contínuo monitoramento dos níveis de sais solúveis nas soluções nutritivas, no solo (ou substrato) e nas fontes de água é um dos critérios de importância para prevenir a expansão dos processos de salinização. Um dos métodos eficientes para estimar a concentração de sais nos meios de cultivo é a partir da medida da condutividade elétrica (CE). Esse procedimento de avaliação sistemática da CE, no ambiente radicular, já é utilizado como referência para aumentar ou diminuir a concentração de sais na solução do meio mais adequado ao crescimento, desenvolvimento e nutrição mineral da cultura.

A condutividade elétrica de uma solução representa a facilidade que esta tem de transportar corrente elétrica, ou seja, mede a resistência à passagem dos eletrodos, a qual ocorre em função da quantidade de solutos iônicos dissolvidos na solução (cátions e ânions) (DONEEN, 1975; AYERS & WESTCOT, 1999; HU & SCHMIDHALTER, 2004). Dessa forma, quanto maior a quantidade de fertilizantes aplicados ao solo, substrato, solução nutritiva ou hidropônica, maior será o valor da CE e, com efeito, maior será também a concentração de sais.

No cultivo em vaso, com uso constante de soluções nutritivas, o monitoramento da condutividade elétrica do substrato é tão importante quanto o acompanhamento do pH em soluções hidropônicas. Além disso, a importância dessa prática deve-se ao fato de que a salinização é resposta também das concentrações dos fertilizantes utilizados. Dentre eles, os nitrogenados e potássicos são os de maiores índices salinos e, por isso, são os que oferecem maiores riscos potenciais aos substratos e às plantas (CAVALCANTE, 2000). No preparo das soluções e no emprego das dosagens recomendadas, mesmo em doses menores, registram-se aumentos na condutividade elétrica de toda e qualquer solução. Nesse sentido, ALARCÓN (2006) adverte quanto ao perigo da preparação das soluções a serem utilizadas em ambientes protegidos: cultivos hidropônicos, em substratos nos vasos ou diretamente no solo e em áreas livres.

Uma das maneiras de controlar o acúmulo de sais no substrato ou no solo é aplicar periodicamente lâminas de água para a lixiviação dos sais presentes na solução nutritiva fornecida às plantas para que não se acumulem no ambiente radicular. Uma vez que o monitoramento periódico tenha sido estabelecido, a concentração de fertilizantes aplicados via água de irrigação, na maioria dos casos, com frequência diária pode ser controlada de forma a manter a concentração da solução do solo ou do substrato, oscilando em uma faixa de CE adequada, garantindo disponibilidade nutricional suficiente às plantas sem maiores riscos de problemas osmóticos (BURGUEÑO, 1996). Por outro lado, aplicando-se a dose de fertilizantes necessária à cultura, a demanda de nutrientes pelas plantas poderia ser atendida sem causar o excesso de sais no solo ou substrato, evitando-se assim, aplicação da lâmina de água para lixiviação dos sais.

De acordo com CAVINS et al. (2000), as faixas de condutividade elétrica consideradas adequadas para crisântemo no substrato são 2,0 a 3,0 dS m^{-1} , pelo método do extrato de saturação, e 2,6 a 4,6 dS m^{-1} pelo método "PourThru". Pelas afirmações de RESH (1992), a condutividade elétrica da solução nutritiva para o crisântemo pode variar entre 2,0 e 4,0 dS m^{-1} . Segundo MOTA et al. (2006), em estudo com crisântemo de vaso cv. White Diamond, as condutividades elétricas de 2,13 dS m^{-1} e 2,57 dS m^{-1} , proporcionaram melhor aspecto visual do buquê na fase vegetativa e na fase de botão, respectivamente. No entanto, ainda faltam na literatura, trabalhos que ajudem a identificar a CE mais adequada para o melhor desenvolvimento de plantas de crisântemo cultivadas em vaso, pois existem no mercado diferentes variedades de crisântemo, e as respostas a um dado manejo podem não ser as mesmas.

Considerando o exposto, o presente trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o desenvolvimento e o estado nutricional do crisântemo cv. Miramar cultivado em vaso em função da condutividade elétrica da solução nutritiva e lixiviação de sais, nas condições de Jaboticabal, SP.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização da área experimental

O experimento foi conduzido em ambiente protegido no Setor de Plasticultura do Departamento de Engenharia Rural da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV) da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Jaboticabal, SP, localizado a 21°14'05” de latitude Sul, 48°17'09” de longitude oeste e com altitude média de 600 m.

O ambiente protegido foi do tipo “capela” com área total de 510 m² (10 x 51 m) e 3 m de pé-direito disposta no sentido Leste-Oeste, estrutura metálica, coberta com filme de polietileno transparente, aditivado contra U.V. e com 150 micras de espessura. A lateral foi protegida com telas de polipropileno com 30% de sombreamento com 1 m de altura, bem como a área ocupada pelos vasos de crisântemo foi coberta com tela de 50% de sombreamento.

Durante a realização do experimento, no interior do ambiente protegido, as temperaturas média, média da mínima e média da máxima foram respectivamente 23,2°C, 19,1°C e 31,6°C (Figura 1A) e, no mesmo intervalo a umidade relativa média do ar foi 74,4%, média mínima de 47% e média máxima de 92% (Figura 1B).

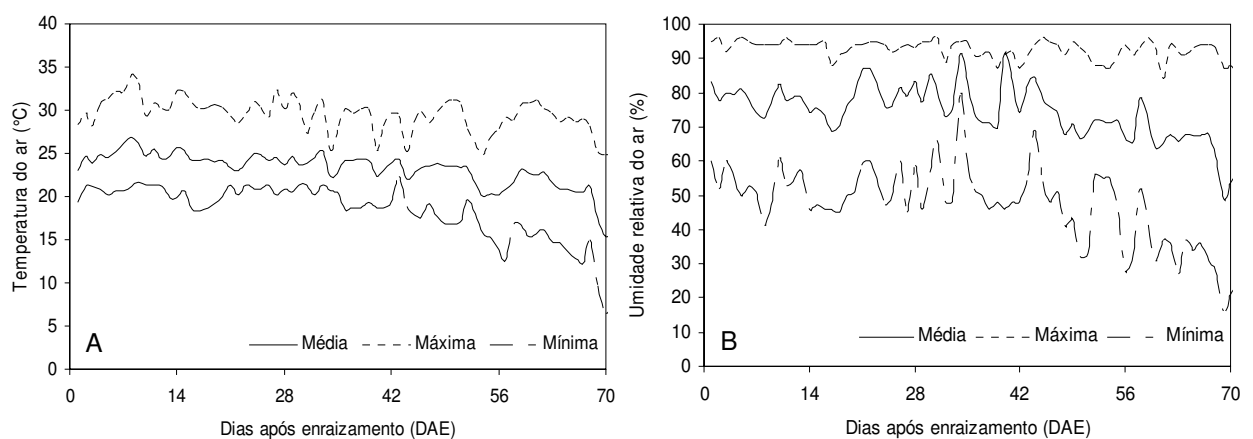


Figura 1. Variação da temperatura do ar média, máxima e mínima (A); e, umidade relativa do ar média, máxima e mínima (B) no local do experimento. Jaboticabal, 2006.

Tratamentos e delineamento experimental

O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados, com tratamentos distribuídos em esquema fatorial 5 x 2, referentes aos níveis de condutividade elétrica da solução nutritiva (CEs = 2,1; 2,8; 3,5; 4,2 e 4,9 dS m⁻¹), com quatro repetições em substrato sem (SSL) e com (SCL) lavagem com água destilada para lixiviação de sais do substrato.

Para obter os valores de condutividade elétrica da solução nutritiva e os totais de sais dissolvidos, utilizou-se como referência a solução nutritiva S4, que apresentou o melhor resultado em experimento previamente executado (Capítulo 2). Os níveis foram obtidos a partir da variação da concentração dos nutrientes da solução inicial de forma crescente, ou seja, houve acréscimo proporcional de nutrientes até atingir a CE desejada, da seguinte maneira: Nível 1 = CE₁ solução inicial; Nível 2 = CE₂ acréscimo de 33,33% da CE₁; Nível 3 = CE₃ acréscimo de 66,66% da CE₁; Nível 4 = CE₄ acréscimo de 100% da CE₁; Nível 5 = CE₅ acréscimo de 133,33% da CE₁. A composição da solução nutritiva inicial encontra-se na Tabela 1.

Tabela 1. Concentração de macro e micronutrientes na solução nutritiva inicial para plantas de crisântemo cv. Miramar cultivado em vaso Jaboticabal, SP, 2006.

Solução Furlani (1999)						
Macronutrientes (mg L ⁻¹)	N	P	K	Ca	Mg	S
	200	31	293	100	24	32
Micronutrientes (mg L ⁻¹)	B	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn
	0,2	0,03	3,4	1,1	0,05	0,2

Condução do experimento e tratos culturais

Estacas de crisântemo (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev.) cultivar Miramar, de cor amarela, inflorescências tipo margarida oriundas de um único lote de mesma idade, foram adquiridas junto à empresa comercial Dekker de Wit[®] e cultivadas em vasos de polietileno número 14 (pote 14) com volume de 1,2 L e dimensões altura 12 cm, base superior e base inferior com 14 cm e 9,4 cm de diâmetro, respectivamente. Foram

estaqueadas, em 09/02/2006, em cada vaso, seis estacas previamente tratadas com ácido indolbutírico (AIB), com término do experimento em 04/05/2006, totalizando 12 semanas de cultivo.

Foi utilizado o substrato comercial para plantas ornamentais (Terra do Paraíso 3010), com pH 6,1 e condutividade elétrica de $1,21 \text{ dS m}^{-1}$, sendo os vasos preenchidos manualmente.

Após o plantio, as estacas foram cobertas com plástico transparente para manter a umidade durante o período de enraizamento e, 14 dias após o início do enraizamento, quando apresentavam cinco a seis folhas abertas e raízes que atingiam pelo menos 6 cm de profundidade (metade da altura do vaso, verificado diariamente), foram submetidas ao “pinch” (retirada do meristema apical para estimular o surgimento de brotações laterais, promovendo uma melhor formação à planta). Nesta etapa, os vasos, que estavam lado a lado, foram espaçados (30 x 30 cm) para promover o crescimento e desenvolvimento das plantas, considerando-se nesta data o tempo 0 (zero) de avaliação.

Durante o período de enraizamento foi providenciada iluminação artificial, promovendo dias com mais de 13 horas de luz, utilizando-se lâmpadas incandescentes de 100 W, instaladas a 1,2 m de altura e espaçadas de 1,0 x 1,0 m. Estas foram ligadas no período noturno, alternando automaticamente intervalos de luz com intervalos de escuro para favorecer o crescimento vegetativo. Esta operação foi realizada diariamente até 14º dia após o enraizamento (DAE). Após este período, as plantas passaram para a fase dos dias curtos (dias com menos de 13 horas de luz) a partir do escurecimento artificial promovido por lonas de polietileno pretas para a indução floral. Este manejo seguiu as recomendações de MOTOS & OLIVEIRA (s.d).

Os vasos foram mantidos livres de plantas daninhas e foi realizado o controle fitossanitário preventivo à base de produtos e doses adequadas à cultura, bem como foi aplicado 2 g L^{-1} do regulador de crescimento B-Nine® (Daminozide 85%), três vezes durante o ciclo, aos 14, 28 e 42 DAE.

O manejo da fertirrigação foi baseado no método da pesagem, em que cinco vasos com plantas de cada tratamento, com drenos na parte inferior, foram inicialmente

saturados, com água não salina até iniciarem a drenagem. Após cessar a drenagem, os vasos foram pesados para obtenção do peso úmido inicial (U_i), correspondente à capacidade de vaso. Obteve-se desta maneira o valor do vaso + substrato úmido + planta referente a cada tratamento, que foi utilizado como referência para as irrigações subseqüentes até o final do experimento. Para repor a quantidade de solução (QS) que foi consumida (evapotranspirada) referente ao dia anterior, procedia-se novamente a pesagem dos vasos, obtendo-se a umidade média final (U_f), e pela equação $QS = U_i - U_f$ obtinha-se os volumes de água a serem aplicados em cada tratamento. Os vasos eram transportados até o laboratório próximo ao cultivo, diariamente e, sempre no mesmo horário para a pesagem. Durante todo o ciclo da cultura foram consumidos em média 221 mL e 237 mL de solução nutritiva por vaso por dia, nos tratamentos SSL e SCL, respectivamente, independentemente do nível de condutividade elétrica da solução nutritiva, apresentando aos 14, 28, 42, 56 e 70 DAE um consumo, em mL por vaso por dia, de 180, 200, 233, 244 e 249 respectivamente para SSL e, 181, 217, 254, 266 e 271, respectivamente para SCL. No tratamento SCL, não foram considerados no consumo total a quantidade de água destilada aplicada na lixiviação dos sais.

Foram preparadas quatro diferentes soluções nutritivas em diferentes recipientes, de acordo com os tratamentos pré-estabelecidos utilizando-se água da chuva, que apresentou CE de $0,08 \text{ dS m}^{-1}$. As soluções nutritivas foram compostas de fertilizantes comerciais para o fornecimento de macronutrientes: nitrato de amônio (NH_4NO_3), nitrato de cálcio (CaNO_3), nitrato de potássio (KNO_3), sulfato de magnésio (MgSO_4) e mono amônio fosfato (MAP); e, os micronutrientes fornecidos na forma líquida foram: B (10%), Cu (14%), Mn (14%), Mo (12%), Zn (24%) e, Fe-EDTA (6,5%). O monitoramento da condutividade elétrica (CE) e pH das soluções nutritivas foram realizados semanalmente e quando necessário, foram realizadas as correções do pH com soluções $0,1 \text{ mol L}^{-1}$ de KOH e de H_2SO_4 , mantendo-se $\text{pH } 5,5 \pm 0,5$.

A lavagem do substrato, nos tratamentos “com lixiviação”, foi realizada de acordo com o método “PourThru” (CAVINS et al., 2000) a cada 14 dias. Inicialmente procedeu-se a irrigação diária deixando o substrato saturado e uma hora após colocaram-se recipientes de plástico abaixo de quatro vasos de cada tratamento para coleta da

solução lixiviada. Adicionaram-se 100 mL de água destilada em cada vaso marcado para obter a solução lixiviada e proceder a leitura do pH e da CE, segundo recomendações do mesmo autor. Desta forma, todos os demais vasos submetidos ao tratamento “com lixiviação” foram lavados com 100 mL de água destilada.

Variáveis estudadas

O crescimento da cultura foi acompanhado a cada 14 dias após o enraizamento (DAE) registrando-se: a) altura de plantas (cm): utilizando régua graduada; b) área foliar (cm^2): pelo medidor de área foliar eletrônico (Li-Cor, L1-3100[®]); c) diâmetro da haste (mm): uso de paquímetro digital (Digimess[®], amplitude 0,01 mm-300 mm); d) diâmetro do buquê (cm): utilizando régua graduada; e) massa seca de parte aérea e raiz (g): material submetido à secagem em estufa com circulação forçada de ar a 70 °C por 72 horas e pesado em balança digital (precisão 0,01 g). O número de botões com cor e número de inflorescências abertas foi obtido no final do experimento (70 DAE).

O material seco da parte aérea das plantas foi moído e analisado quimicamente para a determinação dos teores de N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn e Zn, segundo MALAVOLTA et al. (1997), no Laboratório Central da UNESP/FCAV.

Avaliação estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância para verificação de efeitos estatísticos dos fatores isolados e da interação entre ambos. As médias referentes aos fatores lixiviação do substrato foram comparados pelo teste de Tukey ($P < 0,01$) no software SAS (SAS, 2000) e os relativos à condutividade elétrica do substrato por regressão polinomial no software SIGMAPLOT (SPSS, 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Crescimento e desenvolvimento

Pelos resultados da análise de variância apresentados nas Tabelas 2 e 3, observam-se diferenças significativas entre os substratos sem (SSL) e com lixiviação (SCL) para todas as variáveis dependentes estudadas. Entre os níveis de condutividade elétrica da solução nutritiva (CEs), excetuando-se diâmetro de haste, diâmetro do buquê e massa seca de raiz, as demais apresentaram diferenças estatísticas entre si.

Dentre as variáveis estudadas a interação condutividade elétrica das soluções x lixiviação do substrato exerceu efeitos significativos na altura de plantas (Tabela 2), número de botões e número de inflorescências (Tabela 3). Essa situação evidencia que há interdependência das fontes de variação sobre o crescimento do crisântemo.

Tabela 2. Altura de plantas (ALT), área foliar (AF), diâmetro da haste (DH) e diâmetro do buquê (DB) em plantas de crisântemo cv. Miramar aos 70 DAE, em função da lixiviação da solução do substrato (L) e níveis de condutividade elétrica da solução nutritiva (CEs). Jaboticabal, 2006.

Causa de variação	ALT	AF	DH	DB
	cm	cm ²	mm	cm
Lixiviação (L) (valor "F")	33,30**	7,96**	4,73*	5,63*
SSL	19,12 b	1333,12 b	3,81 a	23,85 b
SCL	21,55 a	1658,95 a	3,68 b	24,93 a
DMS	0,86	235,93	0,13	0,92
CEs (valor "F")	8,52**	11,62**	0,78 ^{ns}	2,66 ^{ns}
Interação L x CEs	2,99*	0,62 ^{ns}	0,14 ^{ns}	0,40 ^{ns}
C.V. (%)	6,55	24,40	5,37	5,88

* e ** = significativo ao nível de 5 e 1% de probabilidade, respectivamente; ns = não significativo; DMS = diferença mínima significativa; C.V. = coeficiente de variação; SSL = substrato sem lixiviação; SCL = substrato com lixiviação; CEs = condutividade elétrica da solução nutritiva.

Tabela 3. Número de botões (NB), número de inflorescências (NI), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca da raiz (MSR) em plantas de crisântemo cv. Miramar aos 70 DAE em função da lixiviação da solução do substrato (L) e níveis de condutividade elétrica da solução nutritiva (CEs). Jaboticabal, 2006.

Causa de variação	NB	NI	MSPA	MSR
	— vaso —	— vaso —	— g vaso ⁻¹ —	— g vaso ⁻¹ —
Lixiviação (L) (valor "F")	10,88**	867,00**	50,25**	21,34**
SSL	16,00 b	6,75 b	16,32 b	2,35 b
SCL	17,35 a	11,85 a	22,07 a	3,16 a
DMS	0,84	0,35	1,66	0,19
CEs (valor "F")	22,07**	1614,29**	15,76**	2,29 ^{ns}
Interação L x CEs	44,84**	41,79**	0,63 ^{ns}	0,35 ^{ns}
C.V. (%)	7,76	5,89	13,35	20,21

** = significativo ao nível de 1% de probabilidade; ns = não significativo ($p > 0.05$); DMS = diferença mínima significativa; C.V. = coeficiente de variação; SSL = substrato sem lixiviação; SCL = substrato com lixiviação; CEs = condutividade elétrica da solução nutritiva.

a) Condutividade elétrica e período de avaliação

O aumento da condutividade elétrica da solução nutritiva provocou inibição do crescimento em altura de plantas de crisântemo, independentemente da lavagem ou não do substrato para a lixiviação dos sais (Figura 2A). Embora as médias de altura das plantas tenham sido sempre superiores, para cada valor de condutividade elétrica da solução nutritiva, no substrato com lixiviação, as plantas apresentaram um decréscimo lento até a CEs 2,8 dS m⁻¹ e progressivo a partir da CEs 3,5 dS m⁻¹ e no substrato sem lixiviação as plantas apresentaram valores mais baixos, porém com decréscimos menos acentuados. A maior altura foi registrada nas plantas cultivadas em SCL irrigadas com solução de CEs 2,1 dS m⁻¹, ou seja, um incremento de 20% em relação às plantas cultivadas no SSL sob a mesma CE. Pelos resultados verifica-se ainda que a menor altura das plantas (19,16 cm) no substrato com lixiviação (SCL) ocorreu no tratamento submetido à solução de maior salinidade, CE de 4,9 dS m⁻¹.

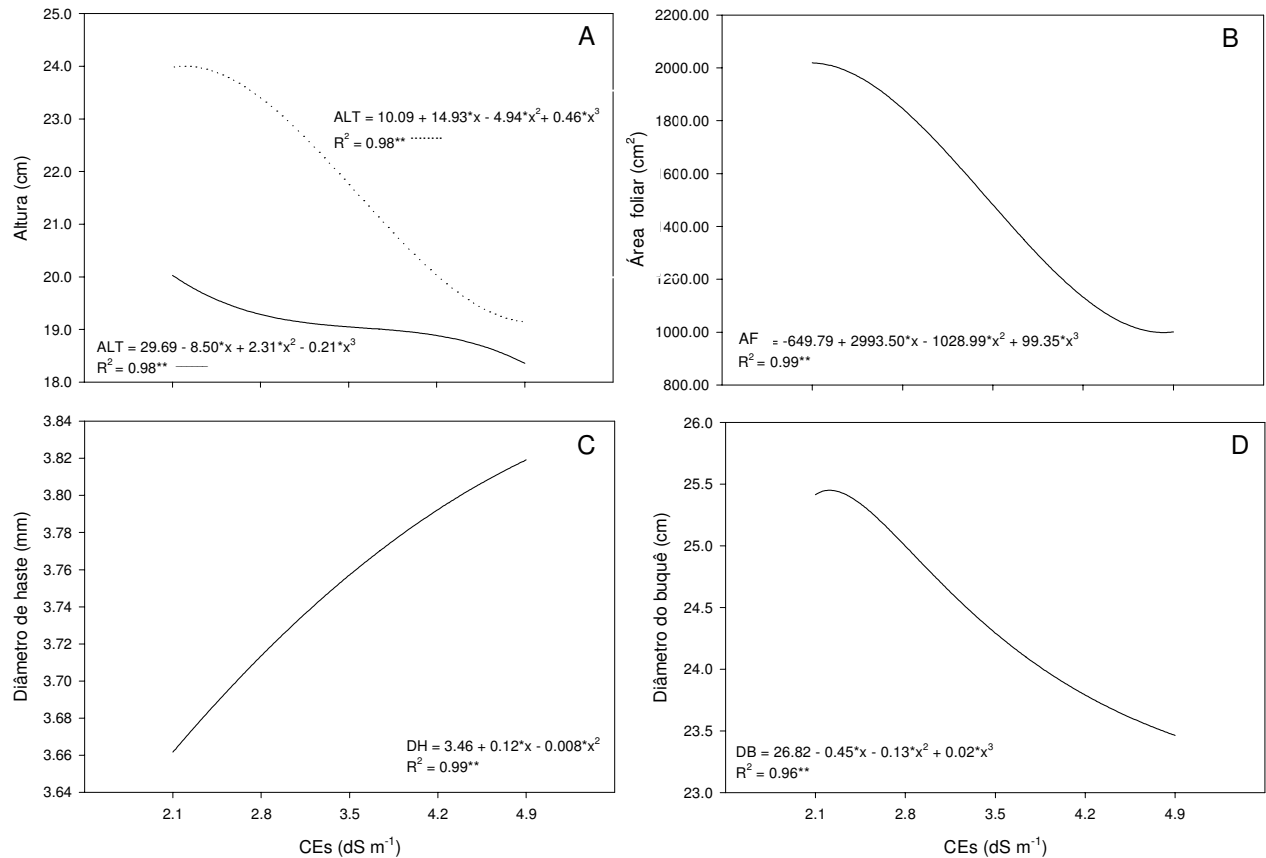


Figura 2. Altura de plantas [(—) substrato sem lixiviação; (·····) substrato com lixiviação] (A), área foliar (B), diâmetro de haste (C) e diâmetro do buquê (D) de plantas de crisântemo cv. Miramar aos 70 DAE em função dos níveis de condutividade elétrica da solução nutritiva (CEs). Jaboticabal, 2006.

O crescimento em altura das plantas, em função da idade, pode ser também verificado nas Figuras 3A e 3B onde se observa que até os 28 DAE houve um incremento na altura de plantas com o aumento da CEs independentemente da lixiviação, porém com maior intensidade no SSL. De acordo com GRUSZINSKI (2001), sobretudo nas primeiras seis semanas as plantas de crisântemo crescem rapidamente e são altamente exigentes em nutrientes, principalmente em nitrogênio e potássio, o que justifica a maior altura das plantas na maior CEs nesse período.

A partir dos 42 DAE observa-se uma inversão de comportamento dos dados em que a altura nos menores níveis de CEs superam os dois maiores (4,2 e 4,9 dS m⁻¹),

especialmente nas plantas em SCL comparados ao SSL. Dessa forma, o crescimento em altura do crisântemo (Figura 3) é mais prejudicado ao longo da idade das plantas que na fase inicial. Essa situação expressa que o aumento dos níveis de CEs intensifica o efeito osmótico da solução, ou seja, a maior concentração de sais no substrato, reduz a absorção de água e aumenta a de sais pelas plantas ao ponto de comprometer os processos fisiológicos (KASHEM et al., 2000).

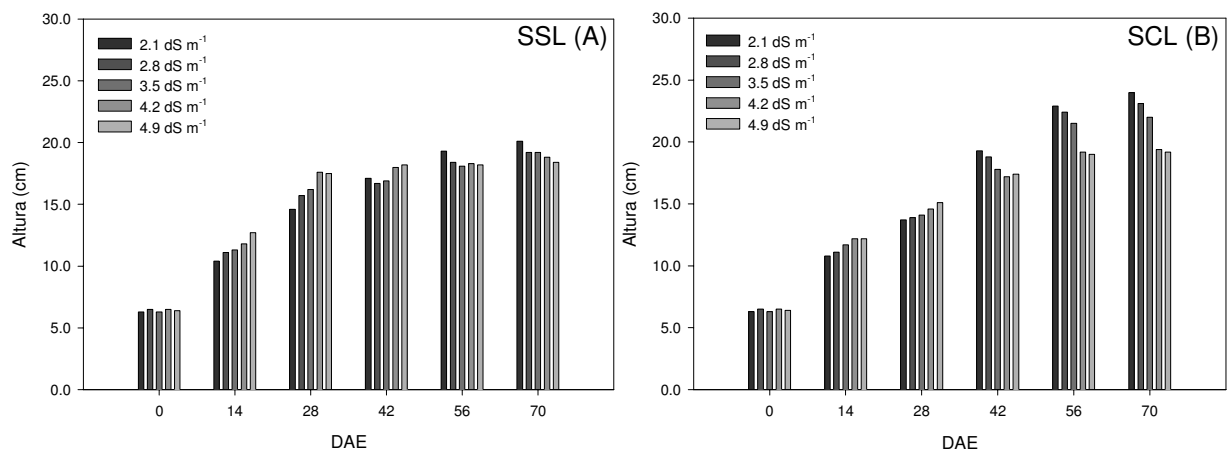


Figura 3. Altura (cm) de plantas de crisântemo cv. Miramar aos 0, 14, 28, 42, 56 e 70 dias após enraizamento (DAE) sob diferentes níveis de condutividade elétrica da solução nutritiva em substrato sem lixiviação (A) e substrato com lixiviação (B). Jaboticabal, 2006.

O efeito do aumento da concentração de sais na água de irrigação também foi observado por TERCEIRO NETO et al. (2004) sobre a altura de plantas de violeta africana (*Saintpaulia ionantha* Wendl) ao verificarem diminuição da mesma em função do aumento da CEs. De forma semelhante, CARTER et al. (2005) constataram que o aumento dos níveis de salinidade na solução nutritiva provocou declínio no crescimento, em altura, de plantas de celósia (*Celosia argentea*).

A altura de plantas é importante fator de qualidade exigido para a comercialização do produto final em plantas ornamentais. No cultivo em vaso, a relação altura da planta e tamanho de vaso é um critério adotado para formar um conjunto

harmônico. Nesse sentido, BARBOSA (2003) sugere que a altura deve ser de 1,5 a 2 vezes a altura do vaso. Pelos resultados obtidos, as plantas cultivadas em SCL em todos os níveis de CEs apresentaram plantas com altura dentro da faixa referida, porém a superioridade em qualidade foi atingida pelas plantas na CEs 2,1; 2,8 e 3,5 dS m^{-1} que apresentaram altura de 24 cm, 23,11 cm e 22,03 cm, respectivamente, aos 70 DAE. Quanto às plantas desenvolvidas em SSL somente as irrigadas com soluções de CEs 2,1 até 3,5 dS m^{-1} , tiveram crescimento dentro do tamanho exigido pelo mercado, porém com aspecto visual não satisfatório. Essa situação indica a necessidade de avaliação sistemática da salinidade e da lixiviação do substrato, como meta para produção de crisântemo com altura de haste compatível com as exigências de mercado.

Para a área foliar, observa-se comportamento semelhante à altura de plantas, inclusive com melhor ajuste ao modelo cúbico de distribuição (Figura 2B). O aumento da CEs, independentemente da lixiviação, resultou em declínio marcante da área foliar, registrando-se uma redução de aproximadamente 51% do menor para o maior nível.

Nas Figuras 4A e 4B pode ser constatado o efeito dos níveis de CEs ao longo da idade das plantas, e observa-se que até aos 14 DAE há um aumento na área foliar conforme aumenta o nível de CEs, tanto em SSL como SCL. Esta condição pode estar associada ao crescimento mais acelerado nas primeiras semanas como mencionado por GRUSZINSKI (2001) como também aos incrementos de sais iniciais no substrato pelo aumento da quantidade de nutrientes aplicados ao substrato (MASS & HOFFMAN, 1977). A partir de 28 DAE observa-se que o aumento dos níveis de CEs reduziu a área foliar tanto em SSL quanto em SCL, porém, os maiores valores sempre foram obtidos nos tratamentos em SCL. Nota-se que aos 28 DAE as plantas sob fertirrigação com CEs 2,1 dS m^{-1} em SCL atingiram valores, da mesma ordem, das plantas cultivadas na mesma condutividade em SSL aos 70 DAE. O menor valor de área foliar obtido pela maior CEs no SCL (1010 cm^2) é praticamente semelhante ao valor da área foliar na mesma condutividade elétrica em SSL aos 56 DAE (1053 cm^2).

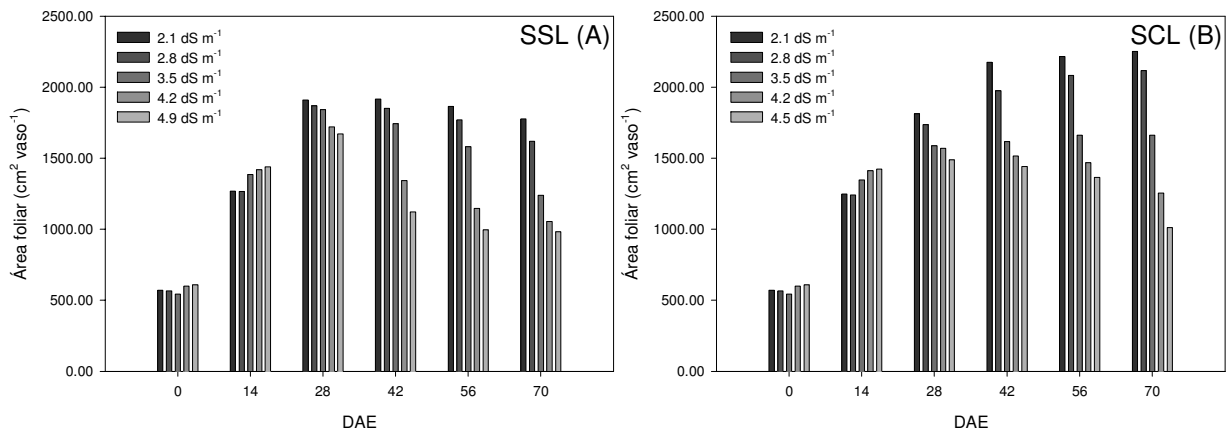


Figura 4. Área foliar ($\text{cm}^2 \text{vaso}^{-1}$) de plantas de crisântemo cv. Miramar aos 0, 14, 28, 42, 56 e 70 dias após enraizamento (DAE) sob diferentes níveis de condutividade elétrica da solução nutritiva em substrato sem lixiviação (A) e substrato com lixiviação (B). Jaboticabal, 2006.

A elevação da CEs pode alterar a fisiologia das plantas, proporcionando mudanças na absorção de água e nutrientes. Essas alterações estão relacionadas com vários fatores como abertura e fechamento de estômatos e aumento ou diminuição da área foliar (BELTRÃO et al., 1997; TAIZ & ZEIGER, 2004). Para os autores, as reduções no potencial osmótico, provocado pelo aumento da salinidade, e consequentemente no potencial hídrico, levam à inibição do crescimento vegetal e da fotossíntese, assim como outros efeitos prejudiciais, como acúmulo excessivo de íons causando toxicidade, inibição da divisão celular e da síntese de proteínas, que interferem na abertura e fechamento estomáticos e composição da parede celular.

Vários autores confirmam a redução da área foliar em diferentes culturas com o incremento da concentração de sais na solução nutritiva ou água de irrigação, como em roseiras (RAVIV & BLOM, 2001), pepino (JONES et al., 1989; CHARTZOULAKIS, 1994) e maracujá (CAVALCANTE et al., 2002).

Quanto ao diâmetro de haste, característica que confere a sua rigidez constata-se aumento em função dos níveis de CEs (Figura 2C). Os resultados são concordantes com os de GISLEROD & SELMER-OLSEN (1980), SHILLO et al. (2002) e PARADISO et al. (2003) ao concluírem que o incremento de sais na água de irrigação aumentou o

diâmetro de hastes de crisântemo, lisianthus (*Eustoma grandiflorum*) e gérbera de corte, respectivamente. Essa inversão na distribuição dos dados, se comparada às demais variáveis, pode ser atribuída ao fato de que o caule não acumula nutrientes na mesma proporção que as folhas. Além disso, possui transpiração menor em relação às folhas (SONNEVELD, 2000) e, portanto, não é expressivamente prejudicado com os efeitos dos aumentos dos sais na água de irrigação, na solução nutritiva e nos substratos.

O diâmetro de hastes de crisântemo aumentou com o passar do tempo (Figuras 5A e 5B) e pode ser constatado que as plantas cultivadas em SSL apresentaram diâmetros ligeiramente maiores a partir de 28 DAE até aos 70 DAE em relação às plantas cultivadas em SCL.

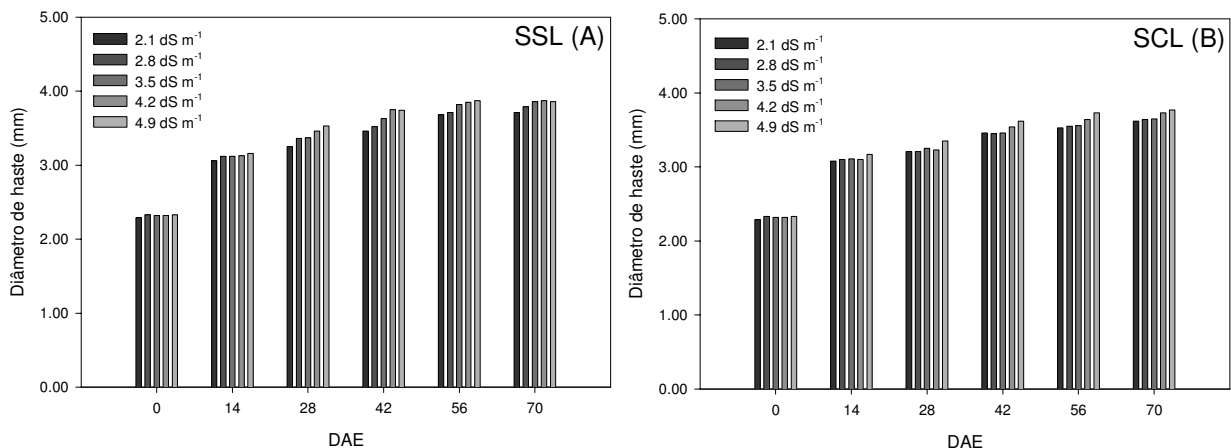


Figura 5. Diâmetro de haste (mm) de plantas de crisântemo cv. Miramar aos 0, 14, 28, 42, 56 e 70 dias após enraizamento (DAE) sob diferentes níveis de condutividade elétrica da solução nutritiva em substrato sem lixiviação (A) e substrato com lixiviação (B). Jaboticabal, 2006.

O diâmetro do buquê, também foi afetado significativamente pela salinidade (Tabela 2), e mostrou tendência de declínio em função do acréscimo de sais na solução nutritiva (Figura 2D). Nas Figuras 6A e 6B constata-se a partir dos 56 DAE que as CE 3,5; 4,2 e 4,9 dS m^{-1} não promoveram aumento no diâmetro do buquê até aos 70 DAE

tanto em SSL como SCL. O maior diâmetro aos 70 DAE, foi obtido em plantas cultivadas no tratamento SCL na CE 2,1 dS m⁻¹ com 26,30 cm.

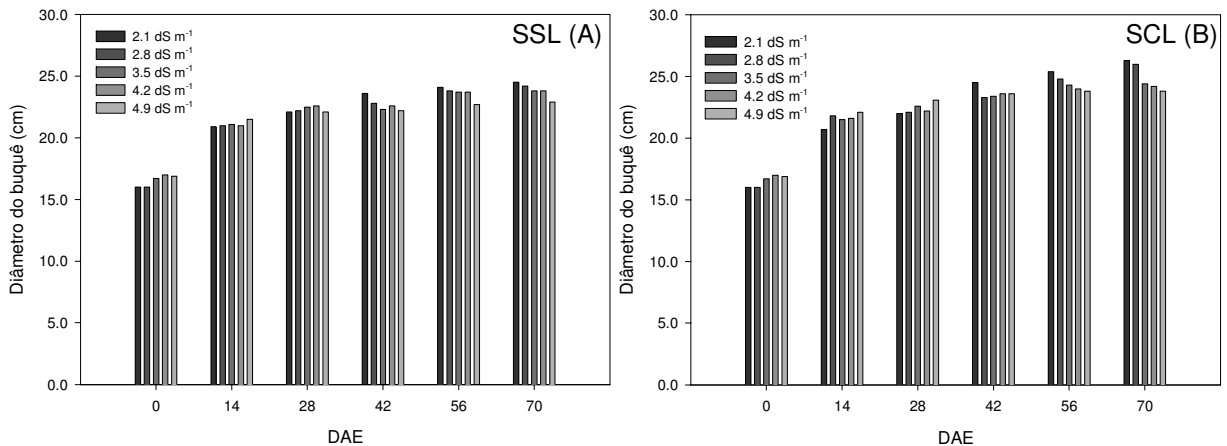


Figura 6. Diâmetro do buquê (cm) de plantas de crisântemo cv. Miramar aos 0, 14, 28, 42, 56 e 70 dias após enraizamento (DAE) sob diferentes níveis de condutividade elétrica da solução nutritiva em substrato sem lixiviação (A) e substrato com lixiviação (B). Jaboticabal, 2006.

As variáveis área foliar e diâmetro do buquê apresentaram correlação significativa ($r=0,98^{**}$). Essa situação expressa que a redução da área foliar implica na diminuição do diâmetro do buquê e, em consequência, na qualidade do produto. Segundo MASS & HOFFMAN (1977), o aumento da concentração de sais no solo pode diminuir progressivamente o percentual de crescimento da cultura, levando a uma queda na qualidade das plantas, a partir de um decréscimo na área foliar, no crescimento em altura e no número de folhas na maioria das plantas cultivadas. Especificamente em plantas de crisântemo essa inconveniência pode resultar na perda de expansão no diâmetro do buquê.

O incremento nos níveis de CEs, pela adição de sais à solução nutritiva, também resultou na redução da produção de botões florais e inflorescências aos 70 DAE, implicando na perda de qualidade de plantas de crisântemo. Ao se avaliar o número de

botões com cor no cultivo em SSL, percebe-se que o aumento nos níveis da CEs reduziu a quantidade de botões emitidos e colhidos. Por outro lado, a lavagem do substrato com água destilada para a lixiviação dos sais, promoveu acréscimo no número de botões presentes nas plantas (Figura 7A). Na Figura 7B, percebe-se que a quantidade de inflorescências abertas foi reduzida conforme aumentaram os níveis de CEs. No cultivo em SSL houve presença de inflorescências abertas da CEs 2,1 até 3,5 dS m^{-1} e sem inflorescências abertas nas CEs 4,2 e 4,9 dS m^{-1} . Comparativamente com o SCL em todas as CEs registrou-se produção de flores, mas com maior número de inflorescências (22) nos tratamentos com CEs 2,1 dS m^{-1} .

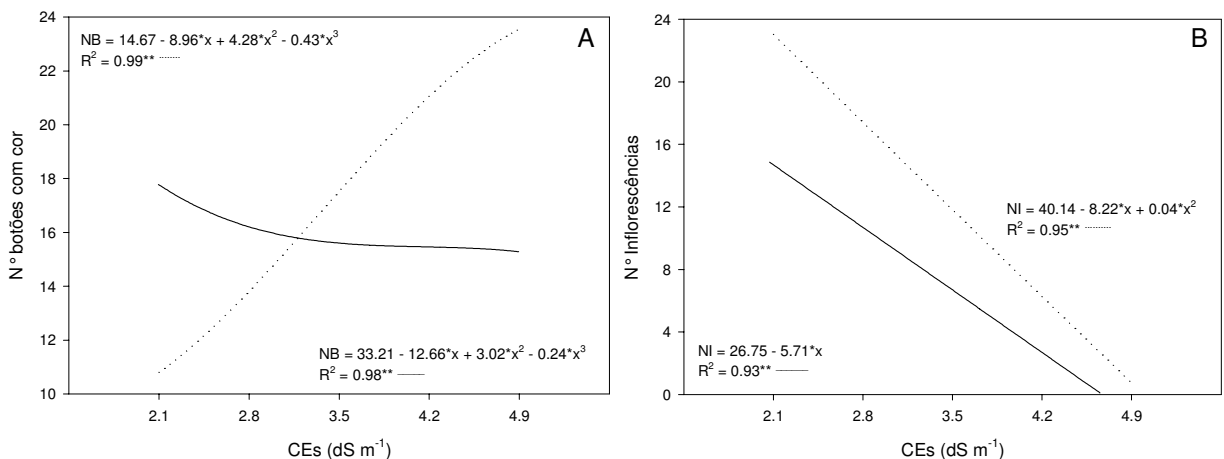


Figura 7. Número de botões com cor (A) e número de inflorescências (B) de plantas de crisântemo cv. Miramar aos 70 DAE em função dos níveis de condutividade elétrica da solução nutritiva (CEs) [(—) substrato sem lixiviação; (.....) substrato com lixiviação]. Jaboticabal, 2006.

Nas plantas cultivadas em SCL, o menor número de botões com cor existentes aos 70 DAE refletiu na maior produção de inflorescências abertas neste mesmo período, enquanto as plantas que apresentavam maior número de botões apresentaram menor número de inflorescências. Entretanto, no SSL, a produção de ambos diminuiu conforme aumentaram os níveis de CEs. Os resultados são concordantes com os existentes na literatura em que o incremento de CE na água de irrigação e conseqüentemente do substrato ou solo provocam declínio na produção de flores, como

gérbera de corte (DE KREIJ & VAN OS, 1989; BASS et al., 1995) e rosa de corte (DE KREIJ & VAN DER BERG, 1990).

Assim, a redução na área foliar que muitas vezes é reflexo de um acúmulo de sais na rizosfera e pode provocar desequilíbrio fisiológico nas plantas, em geral, (LAUCHI & EPSTEIN, 1984; AYERS & WESTCOT, 1999) também pode causar redução na produção de botões e inflorescências de plantas ornamentais bem como provocar um atraso na abertura das flores (SONNEVELD, 2000).

A produção de massa seca da parte aérea, a exemplo das variáveis biométricas, também foi estatisticamente reduzida com o aumento da concentração de sais na solução nutritiva (Tabela 3). Na Figura 8A observa-se que há uma redução de aproximadamente 36% da MSPA da CEs 2,1 dS m⁻¹ para CEs 4,9 dS m⁻¹, enquanto a produção de massa seca das raízes não foi afetada estatisticamente pelo aumento dos níveis de CEs (Tabela 3). Apesar da ausência de efeitos significativos, observa-se na Figura 8B, que também ocorre uma queda na biomassa seca das raízes em função do incremento de sais na solução nutritiva.

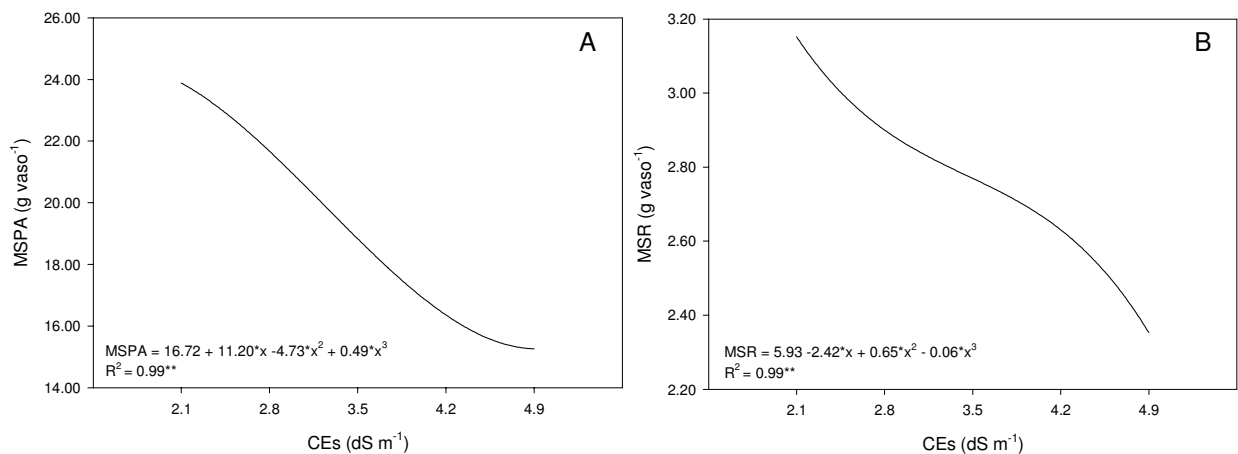


Figura 8. Massa seca da parte aérea (MSPA) (A) e massa seca da raiz (MSR) (B) de plantas de crisântemo cv. Miramar aos 70 DAE em função dos níveis de condutividade elétrica da solução nutritiva (CEs). Jaboticabal, 2006.

O declínio no crescimento das plantas de crisântemo, proporcionado pelo acúmulo de sais no substrato, mediante a variação da condutividade elétrica do meio nutritivo, pode ter alterado os processos fisiológicos e bioquímicos das plantas. Segundo BETHKE & DREW (1992), essas alterações relacionam-se, dentre outros fatores, à abertura estomática e ao aumento ou diminuição da área foliar, estando esses fatores intimamente ligados à eficiência fotossintética e, conseqüentemente, com a produção de fotoassimilados e de massa seca pelas plantas.

Sob condições de estresse salino, as raízes podem sofrer uma diminuição no alongamento e suberização, refletindo-se na perda de absorção de água e aumento das concentrações de sais minerais, resultando em desenvolvimento lento e reduções consideráveis no crescimento das plantas (LARCHER, 2000). Segundo HU & SCHMIDHALTER (2004) condições de estresse salino também provocam o fechamento dos estômatos comprometendo seriamente a fotossíntese, diminuindo assim a translocação de nutrientes da raiz para a parte aérea e perdas na produção de massa seca.

O sistema radicular constitui um dos mais importantes fatores para avaliação salina devido às raízes estarem em contato direto com os sais e absorverem a solução do solo (STOREY et al., 2003). Embora tenha esta importância, MUNNS (2000) afirma que pouco se sabe solidamente a respeito do efeito da CE sobre o sistema radicular porque os resultados são variáveis e específicos quanto à espécie, classificando o sistema radicular como um enigma, o que ainda persiste até os dias atuais.

A distribuição da massa seca da parte aérea durante o cultivo de plantas de crisântemo foi semelhante em ambos os substratos, isto é, SSL e SCL (Figuras 9A e 9B). No entanto, em SSL observa-se que até aos 28 DAE a produção foi superior em relação ao tratamento SCL. A partir de 42 DAE ocorre uma inversão nos dados, constatando-se que a maior produção referiu-se às plantas em SCL, independente do valor da CEs. Aos 70 DAE obteve-se a maior produção ($27,97 \text{ g vaso}^{-1}$) na CEs $2,1 \text{ dS m}^{-1}$ ocorrendo uma redução de aproximadamente 37% em relação à CEs $4,9 \text{ dS m}^{-1}$ e, e em comparação a CEs $2,1 \text{ dS m}^{-1}$, porém em SSL, a produção foi superior em 42%.

Torna-se nítida a maior expressão do efeito deletério da CEs a partir dos 42 DAE e 28 DAE, respectivamente para SSL e SCL.

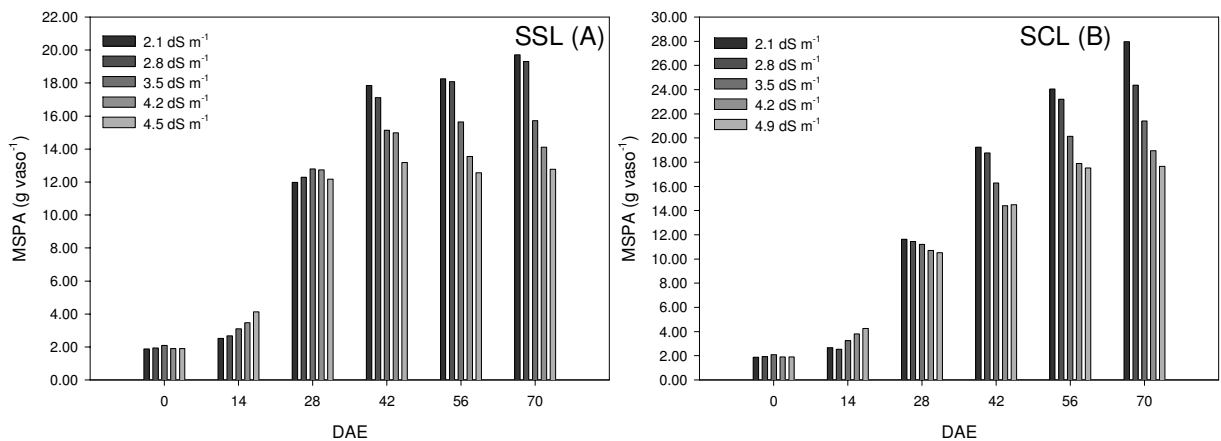


Figura 9. Massa seca da parte aérea (MSPA) de plantas de crisântemo cv. Miramar aos 0, 14, 28, 42, 56 e 70 dias após enraizamento (DAE) sob diferentes níveis de condutividade elétrica da solução nutritiva em substrato sem lixiviação (A) e substrato com lixiviação (B). Jaboticabal, 2006.

Comportamento semelhante ocorreu com a massa seca da raiz durante o cultivo do crisântemo em vaso (Figuras 10A e 10B). A MSR foi superior para SSL até 28 DAE em todas as CEs. A partir de 42 DAE constatou-se maior produção em SCL havendo um incremento de 42% na CEs 2,1 dS m⁻¹ em relação à mesma CEs em SSL. Entre os níveis de CEs no SCL, da menor CE (2,1 dS m⁻¹) para o maior nível (4,9 dS m⁻¹) houve uma menor redução, de aproximadamente 29% aos 70 DAE. Esses resultados demonstram intensificação do efeito deletério do acúmulo de sais no substrato, com a idade das plantas, especialmente a partir dos 42 DAE, revelando a necessidade de monitoramento da solução fornecida durante o ciclo do crisântemo.

Respostas negativas da condutividade elétrica da água de irrigação sobre a massa seca da parte aérea também foram observadas em plantas ornamentais como *Begonia*, *Chlorophytum*, *Coleus* e *Geranium* (ZURAIK et al., 1993) e, em outras culturas como arroz (RODRIGUES, 2000), acerola (GURGEL, 2001) e mamoneira

(CAVALCANTI et al., 2004). Para a massa seca de raiz, foram observados decréscimos também em crisântemo (PRABUCKI et al., 1999), em maracujazeiro (CAVALCANTE et al., 2002) e mangueira (SANTOS & SOUZA, 2003).

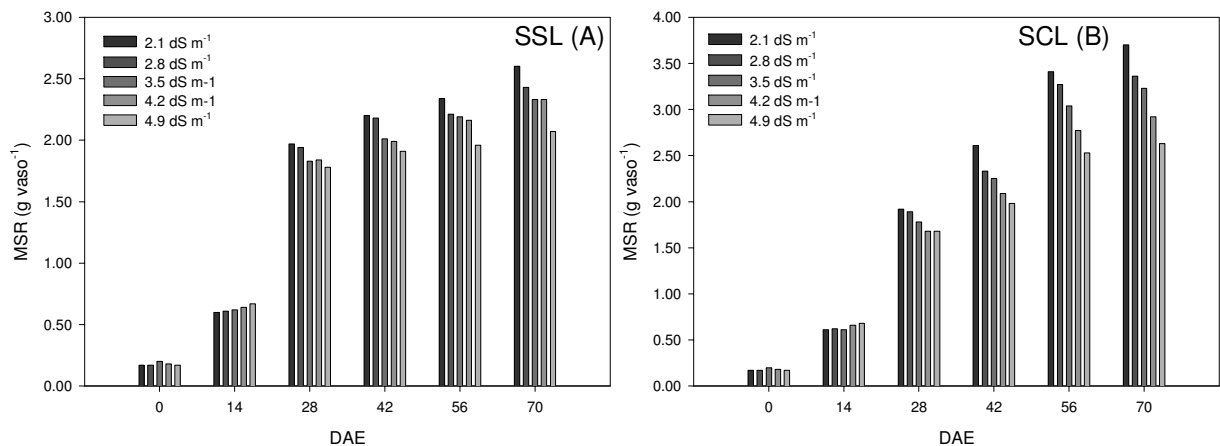


Figura 10. Massa seca da raiz (MSR) de plantas de crisântemo cv. Miramar aos 0, 14, 28, 42, 56 e 70 dias após enraizamento (DAE) sob diferentes níveis de condutividade elétrica da solução nutritiva em substrato sem lixiviação (A) e substrato com lixiviação (B). Jaboticabal, 2006.

b) Lixiviação x crescimento e desenvolvimento

O crescimento das plantas de crisântemo foi estatisticamente influenciado pelo cultivo em SSL ou SCL, promovendo, de um modo geral, redução significativa na altura de plantas, área foliar, diâmetro de buquê, número de botões e de inflorescências, massa seca da parte aérea e da raiz quando submetidas ao SSL, com exceção para diâmetro de haste (Tabelas 2 e 3).

Os níveis de CEs aplicados às plantas promoveram um aumento na concentração de sais da solução lixiviada do substrato, tanto em SSL quanto em SCL, com incremento de aproximadamente 29% no SSL em relação ao SCL aos 70 DAE, quando aplicado a CEs 4,9 dS m⁻¹. Na Figura 11 observa-se a evolução dos valores de condutividade elétrica do lixiviado, no final do experimento, em função dos níveis de CEs aplicados às plantas de crisântemo.

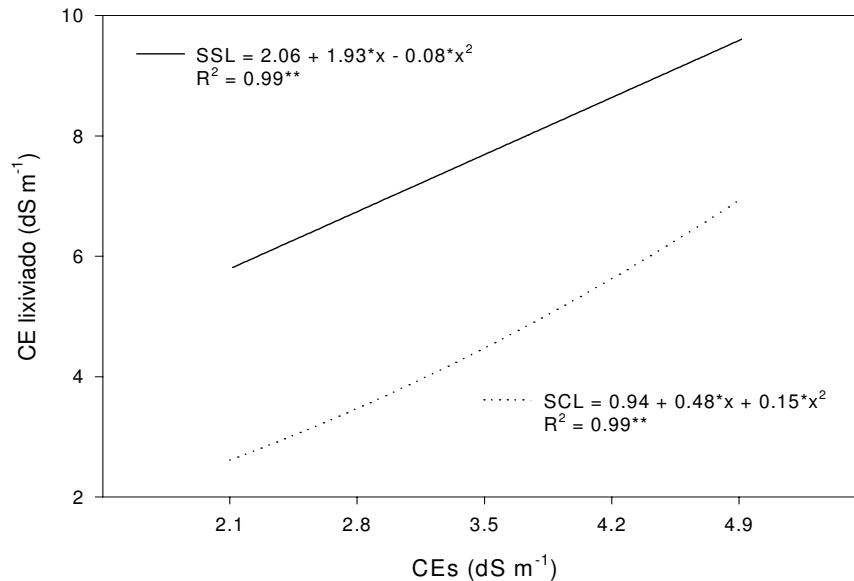


Figura 11. Condutividade elétrica do líquido aos 70 dias após o enraizamento (DAE) em cultivo com plantas de crisântemo cv. Miramar sob diferentes níveis de condutividade elétrica da solução nutritiva em substrato sem lixiviação (—) e substrato com lixiviação (.....). Jaboticabal, 2006.

A menor condutividade elétrica obtida em SCL em relação à SSL deve-se à aplicação, alternada com água destilada, a qual provocou a lixiviação ou diluição de sais presentes na solução nutritiva, reduzindo o acúmulo na zona radicular do substrato. Segundo CAVALCANTE & CAVALCANTE (2006) por mais baixo que seja o teor salino da água, sempre há incrementos iônicos nos solos ou substratos com a irrigação. Os índices de CE podem não atingir valores que provoquem toxicidade às plantas ou reduzir o potencial osmótico da solução do solo ao ponto de limitarem a disponibilidade e absorção de água.

Possivelmente, a redução no crescimento, de uma forma geral, em consequência da elevação da CE da solução lixiviada no substrato seja resultante, segundo RAINS (1984), da transferência de energia que seria usada no crescimento da planta requerida para seu ajustamento osmótico. Por sua vez, segundo PARIDA & DAS (2005), os sais presentes no solo podem afetar o crescimento das plantas por meio do efeito osmótico, tóxico e da natureza nutricional. Neste estudo, entretanto, admite-se que,

provavelmente o efeito mais prejudicial ao crescimento do crisântemo tenha sido o osmótico devido a não contemplação de íons com efeitos específicos na solução aplicada como sódio e cloro.

De acordo com BRESLER & HOFFMAN (1986), o potencial osmótico da solução nutritiva é um dos fatores que influenciam a absorção de água e nutrientes pelas plantas por meio do sistema radicular porque exerce influencia direta na concentração de sais da solução do solo e rizosfera. Portanto, a determinação da necessidade de adotar práticas preventivas como a lixiviação com lâminas de água para cada cultivo, evidencia ser importante para o sucesso do empreendimento.

As faixas de condutividade elétricas da solução lixiviada, consideradas adequadas para o crisântemo, pelo método da lixiviação ou "PourThru", estão situadas entre 2,6 a 4,6 dS m⁻¹ (CAVINS et al., 2000). Dessa forma, pelos resultados da Figura 11, verifica-se que apenas os substratos irrigados com as soluções de CEs 2,1 dS m⁻¹, CEs 2,8 dS m⁻¹ e CEs 3,5 dS m⁻¹ do SCL encontram-se dentro da faixa recomendada, as quais no final do ciclo apresentaram lixiviado com condutividade elétrica de 2,7 dS m⁻¹, 3,4 dS m⁻¹ e 4,6 dS m⁻¹, respectivamente. Porém, somente as plantas cultivadas em SCL na CEs 2,1 dS m⁻¹ apresentaram-se dentro de padrões produtivos e qualitativos.

Portanto, é necessária a advertência para o cuidado com a aplicação de maiores doses de fertilizantes já que as plantas podem sofrer desequilíbrios, no crescimento e desenvolvimento, provocados pela excessiva concentração de sais no substrato. No cultivo em vaso, de forma geral, realizado em ambiente protegido, o risco de salinização é maior, devido à ausência da precipitação e adição de lâminas de água responsáveis pela lixiviação dos sais. Nesse sentido torna-se necessária a aplicação de água pura para promover a extração ou lixiviação de sais solúveis presentes na zona radicular, mantendo a concentração da solução do substrato oscilando numa faixa de condutividade elétrica adequada à cultura. Para BURGUEÑO (1996) a lixiviação garante alta disponibilidade de nutrientes sem a ocorrência de problemas osmóticos, mas se a aplicação de fertilizantes for rigorosamente monitorada, geralmente, não há necessidade de aplicações obrigatórias de frações de lixiviação.

Estado nutricional das plantas de crisântemo

A elevada condutividade elétrica na rizosfera pode causar desbalanço nutricional nas plantas. Sob condições de condutividade elétrica baixa, a deficiência nutricional limita o crescimento vegetal mais que a salinidade; sob condutividade elétrica moderada, a deficiência nutricional e a salinidade apresentam efeitos equiparados e, sob alta condutividade elétrica, os efeitos salinos ultrapassam a deficiência nutricional (HU & SCHMIDHALTER, 2004). Portanto, o monitoramento da condutividade elétrica da solução fornecida e a adoção de alternativas para atenuação de efeitos deletérios do excesso iônico na rizosfera são importantes para uma nutrição mineral balanceada das plantas.

a) Macronutrientes

A interação condutividade elétrica da solução x lixiviação do substrato não interferiu estatisticamente nos teores foliares de macronutrientes no crisântemo (Tabela 4). Os valores de referência, apresentado por SCHOENMAKER (1997), para análise foliar no crisântemo encontram-se no Apêndice 2A.

O aumento da condutividade elétrica da solução inibiu a absorção e o acúmulo de nitrogênio pelas plantas do crisântemo (Figura 12A). A redução entre os valores referentes aos tratamentos irrigados com solução de menor e maior CEs foi baixa, de aproximadamente 4,0%. Esse declínio pode ser atribuído à competição, por sítios ativos descrita por MARSCHNER (2005), entre cátions monovalentes (K^+ e NH_4^+ , no presente estudo) mediante a maior quantidade de potássio exigida pela cultura e, conseqüentemente, fornecida a partir da solução nutritiva. Independentemente do decréscimo na concentração, todas as CEs promoveram níveis suficientes do elemento (3,77-3,91%) se comparados ao valor de 3,50% à 5,00% apresentado por SCHOENMAKER (1997).

Tabela 4. Concentração de macronutrientes na parte aérea de plantas de crisântemo cv. Miramar aos 70 DAE em função da lixiviação da solução do substrato (L) e níveis de condutividade elétrica da solução nutritiva (CEs). Jaboticabal, 2006.

Causa de variação	N	P	K	Ca	Mg	S
	g Kg ⁻¹					
Lixiviação (L) (valor "F")	2,47 ^{ns}	1,34 ^{ns}	2,01 ^{ns}	5,20*	0,10 ^{ns}	7,14*
SSL	3,88 a	0,62 a	4,04 a	1,30 a	0,51 a	0,60 a
SCL	3,80 a	0,56 a	4,33 a	1,24 b	0,52 a	0,56 b
DMS	0,12	0,12	0,45	0,06	0,03	0,03
CEs (valor "F")	0,76 ^{ns}	0,06*	5,69*	17,93**	1,22 ^{ns}	1,11 ^{ns}
Interação L x CEs	0,73 ^{ns}	0,36 ^{ns}	0,19 ^{ns}	3,13 ^{ns}	1,54 ^{ns}	1,26 ^{ns}
CV (%)	3,08	20,22	0,81	4,56	6,69	5,60

** = significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$); * = significativo ao nível de 5% de probabilidade ($0,01 < p < 0,05$); ns = não significativo ($p > 0,05$); DMS = diferença mínima significativa; CV = coeficiente de variação; SSL = substrato sem lixiviação; SCL = substrato com lixiviação; CEs = condutividade elétrica da solução nutritiva.

Para o fósforo registrou-se incremento paulatino da concentração do nutriente com aumento da CEs até o nível 3,5 dS m⁻¹ seguido de brusco aumento até o último nível (Figura 12B). Considerando o crisântemo como espécie de alta exigência nutricional e baixa sensibilidade aos sais (PENNINGSFELD, 1962), os resultados em apreço estão coerentes com os apresentados por HU & SCHMIDHALTER (2004) ao afirmarem que a salinidade pode incrementar a concentração desse elemento, inclusive podendo induzir à toxidez. Embora as concentrações apresentadas da Figura 12B sejam classificadas como "suficientes" por SCHOENMAKER (1997), i.e. 0,23-0,70%, sintomas visuais de excesso de P, como redução do florescimento, foram observadas nas plantas irrigadas com CEs 4,9 dS m⁻¹.

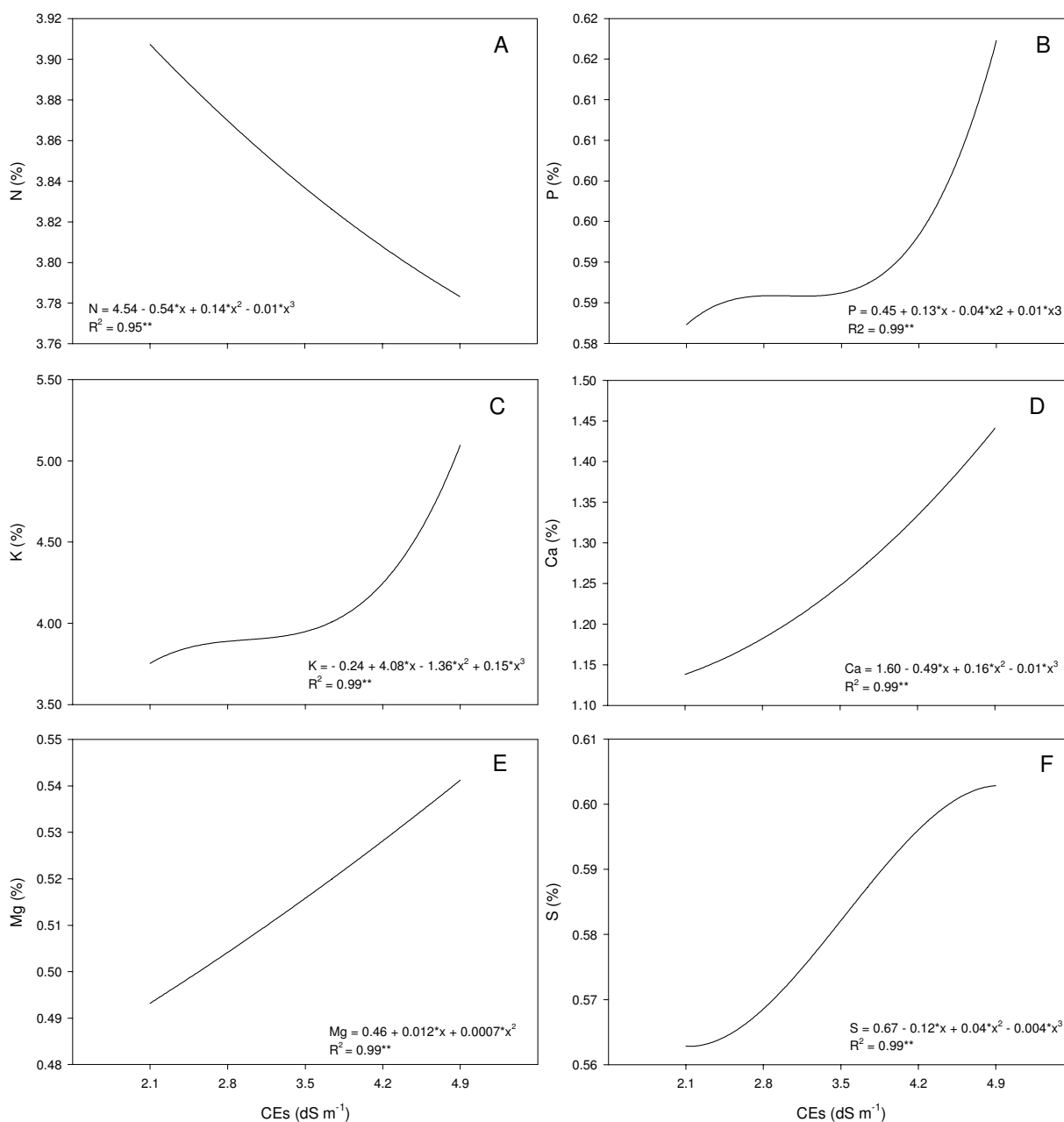


Figura 12. Concentração de nitrogênio (A), fósforo (B), potássio (C), cálcio (D), magnésio (E) e enxofre (F) na parte aérea de plantas de crisântemo cv. Miramar aos 70 DAE em função dos níveis de condutividade elétrica da solução nutritiva (CEs). Jaboticabal, 2006.

O potássio teve distribuição semelhante à identificada para o fósforo, ou seja, aumento da concentração juntamente com a CEs, principalmente a partir da CEs 3,5 dS m⁻¹ (Figura 12C). Esse incremento justifica-se devido o potássio ser o elemento mais exigido pelo crisântemo e, por isso, fornecido em maior quantidade na solução nutritiva (293 mg L⁻¹, Tabela 1). No que se refere à semelhança de comportamento dos dados, o potássio tem semelhança com o fósforo quanto à absorção pela planta, pois ambos dependem da difusão para atingir a superfície das raízes (RAIJ, 1991). As plantas, pelos seus valores médios da Figura 11C, situados entre 3,75% e 5,09%, estavam nutricionalmente equilibradas em potássio, e em conformidade com a faixa recomendada por SCHOENMAKER (1997) de 3,5-5,0%.

Os valores de cálcio também aumentaram com a elevação da CEs (Figura 11D), registrando-se nas plantas irrigadas com CEs 4,9 dS m⁻¹ uma média 20% maior em relação às cultivadas sob irrigação com CEs 2,1 dS m⁻¹. Observam-se na literatura (HU & SCHMIDHALTER, 2004) trabalhos que confirmam a redução na absorção do cálcio como efeito deletério da condutividade elétrica do substrato ou solução irrigada, o que não foi registrado no presente trabalho. MARSCHNER (2005) esclarece que o referido efeito deve ser atribuído ao íon sódio (Na⁺), culminando, inclusive com a deficiência do elemento e justificando o resultado apresentado na Figura 12D, visto que o sódio não foi contemplado na solução fornecida e a água utilizada na formação das soluções é classificada como de baixo risco (CE < 0,25 dS m⁻¹) por AYERS & WESTCOT (1999). As plantas irrigadas com CEs 2,1 e 2,8 dS m⁻¹ apresentaram-se deficientes em cálcio com valores abaixo do ideal adotado por SCHOENMAKER (1997), de 1,20-2,50%, entretanto, sintomas visuais de deficiência não foram observados.

As concentrações de magnésio e enxofre apresentaram distribuições semelhantes, i.e., incremento na concentração com o aumento da CEs (Figuras 12E e 12F, respectivamente). Essa situação pode ser atribuída à fonte do enxofre utilizada na solução (MgSO₄⁻²), que possui como cátion acompanhante para absorção do enxofre, o magnésio. Portanto, as concentrações médias do magnésio (0,25-1,0%) e enxofre (0,25-0,70%) apresentadas na Figura 12F são adequadas para o crisântemo (SCHOENMAKER, 1997).

b) Micronutrientes

Pelos resultados da análise de variância apresentados na Tabela 5, observa-se que houve diferença significativa entre os substratos sem (SSL) e com lixiviação (SCL) para os micronutrientes avaliados. Entre os níveis de condutividade elétrica da solução nutritiva (CEs) houve diferença estatística para cobre e zinco, e interação significativa foi registrada apenas para manganês. Os valores de referência, apresentado por SCHOENMAKER (1997), para análise foliar no crisântemo encontram-se no Apêndice 2A.

Tabela 5. Concentração de micronutrientes na parte aérea de plantas de crisântemo cv. Miramar aos 70 DAE em função da lixiviação da solução do substrato (L) e níveis de condutividade elétrica da solução nutritiva (CEs). Jaboticabal, 2006.

Causa de variação	Cu	Fe	Mn	Zn
	ppm			
Lixiviação (L) (valor "F")	54,00**	7,44*	16,97**	5,09*
SSL	3,50 b	76,10 b	142,80 b	22,80 a
SCL	5,30 a	87,80 a	163,50 a	19,10 b
DMS	0,55	9,55	11,19	3,65
CEs (valor "F")	14,42**	0,88 ^{ns}	0,94 ^{ns}	5,95*
Interação L x CEs	1,92 ^{ns}	1,08 ^{ns}	5,96 *	1,45 ^{ns}
CV (%)	12,45	11,70	7,34	17,51

** = significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$); * = significativo ao nível de 5% de probabilidade ($0,01 < p < 0,05$); ns = não significativo ($p > 0,05$); DMS = diferença mínima significativa; CV = coeficiente de variação; SL = substrato sem lixiviação; CL = substrato com lixiviação; CEs = condutividade elétrica da solução nutritiva.

Exceto para manganês no tratamento SCL (Figura 13C), independentemente do micronutriente (Figuras 13A, 13B, 13C e 13D) a concentração na planta decresceu com a elevação da CEs.

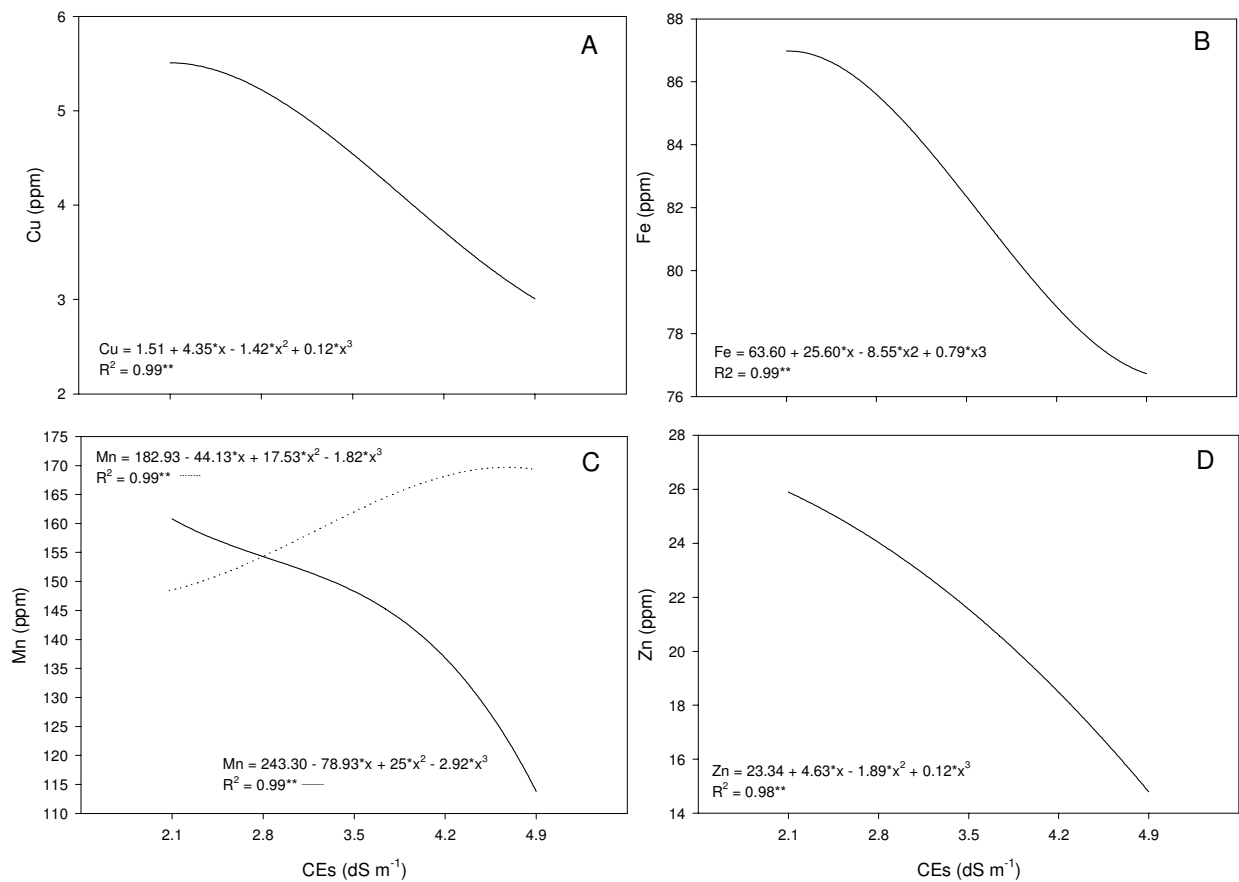


Figura 13. Concentração de cobre (A), ferro (B), manganês [(—) substrato sem lixiviação; (.....) substrato com lixiviação] (C) e zinco (D) na parte aérea de plantas de crisântemo cv. Miramar aos 70 DAE em função dos níveis de condutividade elétrica da solução nutritiva (CEs). Jaboticabal, 2006.

Observa-se que os micronutrientes apresentados na Figura 13 são todos catiônicos (Cu^{2+} , Fe^{2+} , Mn^{2+} e Zn^{2+}) e apresentam características comuns entre si quanto aos fatores que afetam a disponibilidade. A redução, na maioria dos casos, é provocada por fatores como elevação do pH e elevados teores de fósforo (RAIJ, 1991). De uma forma geral, comparando-se as curvas dos micronutrientes (Figura 13) com a distribuição do fósforo (Figura 12B), observa-se que especialmente a partir da CEs 3,5 dS m^{-1} , os resultados apresentam-se em concordância com RAIJ (1991), uma vez que a partir da referida CEs as concentrações de fósforo foram mais elevadas. Em

complemento, possivelmente a matéria orgânica do substrato também afeta a disponibilidade e absorção dos micronutrientes sendo comum a deficiência de cobre em solos orgânicos mesmo com valores altos do elemento bem como a complexação do manganês (RAHIMI & BUSSLER, 1973). As reduções nas respectivas concentrações dos micronutrientes em função da CEs foram mais expressivas para cobre e zinco, nos quais as plantas irrigadas com CEs 4,9 dS m⁻¹, apresentaram respectivamente 45 e 42% menos cobre e zinco em relação às irrigadas com CEs 2,1 dS m⁻¹. Esses elementos, dentre os micronutrientes estudados situam-se abaixo do nível de suficiência para quaisquer CEs (cobre) e para CEs 4,2 e 4,9 dS m⁻¹ (zinco) conforme valores referenciais de SCHOENMAKER (1997) para Cu (6-30 ppm) e Zn (20-250 ppm), indicando que ambos foram mais influenciados pela CEs que os demais micronutrientes.

c) Lixiviação x nutrição mineral

HU & SCHMIDHALTER (2004) recomendam a lixiviação como uma das possíveis opções para redução da condutividade elétrica na rizosfera e, conseqüentemente, evitar reações que sejam deletérias à nutrição mineral da planta cultivada.

A partir dos resultados contidos nas Tabelas 4 e 5, observa-se que as concentrações de cálcio, magnésio e dos micronutrientes, foram estatisticamente influenciadas pela lixiviação.

Os nutrientes cálcio, enxofre (Tabela 4) e zinco (Tabela 5) apresentaram concentrações estatisticamente superiores nos tratamentos sem a realização de lixiviação. RAIJ (1991) comenta que o enxofre é absorvido pelas plantas na forma do ânion SO₄²⁻ (forma fornecida na solução) que não é retido no solo e é facilmente lixiviado. Situação contrária é observada para o cálcio, um cátion menos lixiviado, o que se confirma pela pequena diferença entre as médias dos tratamentos SSL e SCL, apenas 0,053%.

Para cobre, ferro e manganês registraram-se maiores concentrações nas plantas com lixiviação (Tabela 5), inclusive com superioridade estatística. RAHIMI & BUSSLER

(1973) reportam que a matéria orgânica do substrato exerce efeito na complexação de cobre e manganês, retendo-os, o que tem consequência direta na disponibilidade desses elementos. Nesse sentido, as concentrações dos respectivos nutrientes não sofreram influência apenas da lixiviação como também se deve destacar o efeito negativo do fósforo na absorção como concluiu RAHIMI & BUSSLER (1973) uma vez que, para o fósforo, a média das plantas sem lixiviação foi aproximadamente 10% superior àquelas com lixiviação.

O ferro foi fornecido na forma de pó e quelato e constitui um elemento diretamente ligado à ciclagem do oxigênio, enxofre e carbono, portanto justifica-se a maior concentração nas plantas com lixiviação (Tabela 5).

CONCLUSÕES

Pelo presente trabalho, conclui-se:

- A condutividade elétrica da solução nutritiva interfere no desenvolvimento do crisântemo tornando-se mais concentrada na solução do substrato com a idade das plantas, sugerindo-se reduzir a concentração de sais da solução nutritiva.

- A aplicação da solução nutritiva com condutividade elétrica $2,1 \text{ dS m}^{-1}$ possibilita a produção de crisântemo cv. Miramar dentro de padrões produtivos e qualitativos de comercialização, mediante a lixiviação periódica da solução do substrato com água destilada.

- A concentração foliar do nitrogênio é prejudicada com o aumento da condutividade elétrica da solução nutritiva.

- A condutividade elétrica da solução nutritiva implica em concentrações insuficientes de cobre e zinco nas plantas.

- A solução nutritiva não pode ser a mesma durante o ciclo da cultura de crisântemo em vaso, sugerindo-se uma solução nutritiva na fase vegetativa e outra, na fase de botões.

REFERÊNCIAS

ALARCÓN, A. **Abonado y salinidad en fertirrigación**. España, 2003. Disponível em: <<http://www.horticom.com/tem-aut/riego/abonado.html>> Acesso em: 14 de junho de 2006.

AYERS, R.S.; WESTCOT, D.W. **A qualidade da água na agricultura**. Campina Grande: UFPB, 1999. 153p. Tradução de GHEYI, H. R.; MEDEIROS, J. F. de; DAMASCENO, F. A. V. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 29 Revisado).

BAAS, R.; NIJSSEN, H.M.C.; VAN DEN BERG, T.J.M.; WARMENHOVEN, M.G. Yield and quality of carnation (*Dianthus caryophyllus* L.) and gerbera (*Gerbera jamesonii* L.) in a closed nutrient system as affected by sodium chloride. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.61, p.273-284, 1995.

BARBOSA, J.G. **Crisântemos: produção de mudas, cultivo para corte de flor, cultivo em vaso e cultivo hidropônico**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2003.

BELTRÃO, J.; TRINDADE, D.; CORREIA, P.J. Lettuce yield response to salinity of sprinkle irrigation water. **Acta Horticulturae**, Leuven, v.449, p.623-627, 1997.

BETHKE, P.C.; DREW, M.C. Stomatal and nonstomatal components to inhibition of photosynthesis in leaves of *Capsicum annuum* during progressive exposure to NaCl salinity. **Plant Physiology**, Bethesda, v.99, n.1, p.219-226, 1992.

BRESLER, E.; HOFFMAN, G.J. Irrigation management for soil salinity control: theories and tests. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.50, p.1552-1560, 1986.

BURGUEÑO, H. **La fertirrigación en cultivos hortícolas con acolchado plástico**. Culiacan, Mexico: [s.ed.], 1996. 45p.

CARTER, C.T.; GRIEVE, C.M.; POSS, J.A.; SUAREZ, D.L. Production and ion uptake of *Celosia argentea* irrigated with saline wastewaters. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.106, p.381-394, 2005.

CAVALCANTE, L.F. **Sais e seus problemas nos solos irrigados**. Areia: CCA/UFPB, 2000. 71p.

CAVALCANTE, L.F.; CAVALCANTE, I.H.L. Uso da água salina na agricultura. In: CAVALCANTE, L.F.; LIMA, E.M. de. (Eds.). **Algumas frutíferas tropicais e a salinidade**. Jaboticabal: FUNEP, 2006. p.1-18.

CAVALCANTE, L.F.; SANTOS, J.B.dos; SANTOS, C.J.O.; FILHO, J.C.F., LIMA, E.M.de, CAVALCANTE, I.H.L. Germinação de sementes e crescimento inicial de maracujazeiros com água salina em diferentes volumes de substrato. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.24, n.3, p.748-751, 2002.

CAVALCANTI, M.L.F.; BARROS JUNIOR, G.; CARNEIRO, P.T.; FERNANDES, P.D.; GHEYI, H.R.; CAVALCANTI, R.S. Crescimento inicial da mamoneira submetido à salinidade da água de irrigação. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v.4, n.1, p.1-8, 2004.

CAVINS, T.J; WHIPKER, B.E; FONTENO, W.C; HARDEN, B; McCALL, I; GIBSON, J.L. Monitoring and managing pH and EC using the PourThru extraction method. **Horticulture Information Leaflet**, California, n.590, p.1-17, 2000.

CHARTZOULAKIS, K.S. Photosynthesis, water relations and leaf growth of cucumber exposed to salt stress. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.59, n.1, p.27-31, 1994.

DE KREIJ, C.; VAN DEN BERG, T.J.M. Nutrient uptake, production and quality of *Rosa hybrida* in rockwool as affected by electrical conductivity of the nutrient solution. In: VAN BEUSICHEM, M.L. (Ed.). **Plant nutrition, physiology and applications**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1990. p.519-523.

DE KREIJ, C.; VAN OS, P.C. Production and quality of *Gerbera* in rockwool as affected by electrical conductivity of the nutrient solution. *Acta Horticulturae*, Leuven, v.223, p.255-264, 1989.

DONEEN, L.D. Salinization of soil by salts in the irrigation water. **Transactions of the American Geophysical Union**, Washington, v.35, p.943-950, 1975.

FURLANI, P.R. Hydroponic vegetable production in Brazil. **Acta Horticulturae**, Leuven, n.481, p.777-778, 1999.

GISLEROD, H.R.; SELMER-OLSEN, A.R. The response of chrysanthemum to variation in salt concentration when grown in recirculated nutrient solution. **Acta Horticulturae**, Leuven, n.98, p.201-209, 1980.

GRUSZYNSKI, C. **Produção comercial de crisântemos: vaso, corte e jardim**. 1.ed. Guaíba: Agropecuária Editora Ltda., 2001, 166p.

GURGEL, M.T. **Produção de mudas de aceroleira sob diferentes condições de salinidade da água de irrigação**. 2001. 117f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, 2001.

HU, Y.; SCHMIDHALTER, U. Limitation of salt stress to plant growth. In: HOCK, E. **Plant Toxicology**. 4.ed. New York: Marcel Dekker Inc., 2004. p.191-224.

JONES, R.W.; PIKE JR., L.M.; YOURMAN, L.F. Salinity influences cucumber growth and yield. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.114, n.4, p.547-551, 1989.

JUNQUEIRA, A.H.; PEETZ, M.S. Crisântemo hoje e sempre: tecnologia de produção. **HFF & Citrus**, Jaguariúna, 2004, p.25-27.

KASHEM, M.A.; SULTANA, N.; IKEDA, T.; HORI, H.; LOBODA, T.; MITSUI, T. Alteration of starch-sucrose transition in germinating wheat seed under sodium chloride salinity. **Journal of Plant Biology**, Seoul, v.43, p.121-127, 2000.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. Tradução por PRADO, C.H.B.A. São Carlos: Editora Rima, 2000. 530p.

LAUCHI, A.; EPSTEIN, E. Mechanism of salt tolerance for plants. **California Agriculture**, Oakland, v. 38, n.10, p.12-20. 1984.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Potafos, 1997. 319p.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2.ed. Orlando: Academic Press, 2005, 889p.

MASS, E.V.; HOFFMAN, G.J. Crop salt tolerance - current assessment. **Journal of Irrigation and Drainage Division of ASCE**, New York, v.103, n.2, p.115-134, 1977.

MOTOS, J.R.; OLIVEIRA, M.J.G.de. **Produção de crisântemos em vaso**. Holambra: Flortec, [s.d.]. 34p.

MUNNS, R. Comparative physiology of salt and water stress. **Plant, Cell and Environment**, Logan, v.25, p.239-250, 2000.

NELL, T.A.; BARRET, J.E.; LEONARD, R.T. Production factor affecting post production quality of flowering potted plants. **HortScience**, Alexandria, v.32, p.817-819, 1997.

PARIDA, A.K.; DAS, A.B. Salt tolerance and effects on plants: e review. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, Amsterdam, v.60, p.324-349, 2005.

PARADISO, R.; DE PASCALE, S.; APREA, F.; BARBIERI, G. Effect of electrical conductivity levels of nutrient solution on growth, gas exchanges and yield of two gerbera cultivars in soiless system. **Acta Horticulturae**, Leuven, n.609, p.165-171, 2003.

PENNINGSFELD, F. **Die Ernährung im Blumen und Zierpflanzenbau**. 2.ed. Berlin: PAREY, 1962, 217p.

PRABUCKI, A.; SEREK, M.; ANDERSEN, A.S. Influence of salt stress on stock plant growth and cutting performance of Chrysanthemum morifolium Ramat. **Journal of Horticulturae Science and Biotechnology**, Alexandria, v.74, n.1, p.132-134, 1999.

RAHIMI, A.; BUSSLER, W. Physiologische Voraussetzungen für die Bildung der Kupfermangelsymptome. **Zeitschrift für Pflanzenernährung und Bodenkunde**, Weinheim, v.135, p.25-35, 1973.

RAIJ, B.van. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Ceres/Potafos, 1991. 343p.

RAINS, D.W. Metabolic energy cost for plant cells exposed to salinity. **California Agriculture**, Oakland, v.1, p.22, 1984.

RAVIV, M.; BLOM, T.J. The effect of water availability and quality on photosynthesis and productivity of soiless – grow cut roses. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.88, p.257-276, 2001.

RESH, H.M. **Cultivos hidroponicos**. 2.ed. Madrid: Ediciones Mundi Press, 1992.

RÖBER, R. Advances in nutrition and fertilization of cut flowers in relationship to environmental considerations. **Acta Horticulturae**, Leuven, n.482, p.351-362, 1999.

RÖBER, R. Plant production system with recirculation of nutrient solution. In: MARROCOS, P.C.L. et al. (Eds.). ENCONTRO BRASILEIRO SOBRE SUBSTRATOS PARA PLANTAS, 5., 2006, Ilhéus, BA. **Anais...** Ilhéus: CEPLAC/CEPEC, 2006, p.19-28.

RODRIGUES, L.N. **Estresse salino na germinação, produção de mudas e produção de arroz irrigado**. 2000. 145f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, 2000.

SANTOS, J.R.dos; SOUZA, R.F. Efeito do estresse salino no desenvolvimento inicial de mangueira (*Mangifera indica* L.). **Magistra**, Cruz das Almas, v.15, n.1, p.3-15, 2003.

SAS. **SAS/STAT user's guide, version 4.0.2**, SAS Inst. Inc., Cary, USA, 2000.

SHILLO, R.; DING, M.; PASTERNAK, D.; ZACCAT, M. Cultivation of cut flower and bulb species with saline water. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.92, p.41-54, 2002.

SPSS, Inc. **SigmaPlot**. Version 6.0.CD/ROM. 2000.

SCHOENMAKER, Van Z. **Valores de referência para análise foliar no crisântemo na fase generativa**. Agrifloricultura Ltda, 1997.

SONNEVELD, C. **Effects of salinity on substrate grown vegetables and ornamentals in greenhouse horticulture**. 2000. 150f. Thesis (Doctor) – Wageningen University, Wageningen, 2000.

STOREY, R.; SCHACHTMAN, D.P.; THOMAS, M.R. Root structure and cellular chloride, sodium and potassium distribution in salinized grapevines. **Plant, Cell and Environment**, London, v.26, p.789-800, 2003.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719p.

TERCEIRO NETO, C.P.C.; HERNANDEZ, F.F.F.; BEZERRA, F.C.; SOUZA, R.F.de; CAVALCANTI, M.L.F. Efeito da concentração salina da solução nutritiva na aclimatação de plantas micropropagadas de Violeta Africana (*Saintpaulia ionantha Wendl*). **Revista de Biologia e Ciência da Terra**, Campina Grande, v.4, n.2, p.1-8, 2004.

ZURAYK, R.; TABBARAH, D.; BANBUKIAN, L. Preliminary studies on the salt tolerance and sodium relation of common ornamental plants. **Journal of Plant Nutrition**, Philadelphia, v.16, n.7, p.1309-1316, 1993.

CAPÍTULO 4 – CARACTERIZAÇÃO DE DIFERENTES TURFAS E A INFLUÊNCIA NO DESENVOLVIMENTO DO CRISÂNTEMO CULTIVADO EM VASO

RESUMO – Dentre os substratos as turfas são consideradas as componentes mais importantes. Neste sentido, o presente trabalho teve por objetivo caracterizar diferentes turfas e avaliar a influência no desenvolvimento do crisântemo cv. Sun City cultivado em vaso nas condições de Freising/Alemanha. O experimento foi conduzido em casa de vegetação na FW, Freising, Alemanha, de julho a outubro de 2006. O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados, sendo os tratamentos correspondentes às doze turfas, com quatro repetições e oito vasos por parcela. Para a caracterização foram determinadas características físico-químicas das turfas *in natura*, como valor de pH, SS, macro e micronutrientes pelos extratores CAT e aquoso do método VDLUFA e CEN e, grau de decomposição. Durante o cultivo foram determinadas propriedades físico-químicas (pH, SS-sais solúveis, N, P e K) e físicas (DS-densidade seca, CRA-capacidade de retenção de água, EA-espaco de aeração e, VP-volume de poros). Os resultados mostram que o conteúdo de SS, N, P, K e DS e CRA foram incrementados durante o cultivo, enquanto o EA diminuiu em todas as turfas. O desenvolvimento de plantas de crisântemo foram superiores quando cultivado na turfa SP-9 e com qualidade inferior, quando em FBP-5. Quanto aos métodos analíticos, observa-se que os extratores CAT do método VDLUFA e CEN, apresentaram correlações significativas, embora os valores de pH, conteúdo de SS e concentrações de macro e micronutrientes das turfas não se encontrem dentro das faixas considerados ideais.

Palavras-chave: *Dendranthema grandiflora* Tzvelev., substratos hortícolas, cultivo em recipiente, propriedades químicas, propriedades físicas

INTRODUÇÃO

Presente nas mais diversas cadeias produtivas de diferentes culturas vegetais de interesse econômico, o substrato para plantas aparece como um insumo de extrema importância a ser usado em substituição ao solo no cultivo em recipientes, podendo-se tornar a chave de sucesso ou fracasso de um sistema de cultivo. É o material que serve como base física para o crescimento das raízes, dando suporte à planta e regulando a disponibilidade da água e nutrientes administrados pelo viveirista ou produtor (KÄMPF, 2002).

Atualmente, frente à ampla gama de sistemas de produção de mudas e de flores em recipientes, são utilizados substratos de origem mineral ou orgânica, natural ou sintética, cujas características diferem marcadamente do solo, não existindo um material ou uma mistura de materiais considerada universalmente válida como substrato para todas as espécies (ABAD BERJON, 2001).

Segundo MARTÍNEZ (2002), a possibilidade de aproveitar como substrato agrícola a diversidade de materiais disponíveis, está conjugado ao bom conhecimento das propriedades físicas, químicas e biológicas, a partir da caracterização dos materiais, para se decidir sobre qual o devido preparo que deverá ser dado previamente ao uso propriamente dito, suas aplicações e estabelecer as técnicas de manejo pertinentes.

Dentre os diferentes materiais utilizados, a turfa, de origem orgânica, tem sido considerada material consagrado internacionalmente para a produção de plantas, seja como substrato para germinação de sementes, propagação de plantas, formação de mudas e cultivo em recipientes. As turfas há muito tempo têm sido o material preferido para a composição de substratos, utilizada como matéria prima, porque confere propriedades químicas, físicas e biológicas favoráveis ao produto final, qualidade praticamente constante, baixo custo e aparentemente, disponibilidade suficiente (KEIJZER, 2002). Na Europa, em países como Alemanha, Reino Unido e Dinamarca, aproximadamente 95%, 94% e 91,3% (volume), respectivamente, dos substratos hortícolas são compostos por turfa, sendo os demais componentes materiais orgânicos,

de compostagem e minerais (BOHLIN, 2002). Porém, segundo afirmações de RANNEKLEV & GISLEROD (2002), nem sempre a elevada concentração de turfa em substratos garante a qualidade do produto final e turfas com qualidade inferior podem aparecer no mercado.

Para garantir substratos com qualidade adequada ao desenvolvimento das plantas, é essencial a caracterização das propriedades físicas, químicas e biológicas dos materiais (ABREU et al., 2002). As propriedades químicas geralmente utilizadas mundialmente para a caracterização de um substrato são: pH, capacidade de troca de cátions (CTC), salinidade e teor percentual de matéria orgânica nele presente (SCHMITZ et al., 2002), além da condutividade elétrica (CE) e dos nutrientes minerais disponíveis (ABREU et al., 2002). Entre as propriedades físicas, importantes na determinação da qualidade de um substrato, se destacam densidade, porosidade, espaço de aeração e retenção de água (FERMINO, 2002; SCHMITZ et al., 2002). Para cada uma destas propriedades, já foram estudados e também definidos alguns padrões e faixas de valores que caracterizam as condições ideais a serem verificadas em um substrato utilizado para a produção de mudas de flores em recipientes com irrigação e fertilização ocasionais (CONOVER, 1967; DE BOOT & VERDONCK, 1972; BUNT, 1973; VERDONCK et al., 1983; PENNINGSFELD, 1983; VERDONCK & GABRIELS, 1988; TEICHER et al., 1987; BILDERBACK et al., 1992; KÄMPF, 2000).

As propriedades físicas e químicas dos substratos podem variar muito (VERDONCK et al., 1983), por isso, é importante conhecê-las e adaptá-las às diferentes condições de uso. De acordo com RÖBER (2000), conforme a cultura e o sistema de cultivo serão dados maior importância a um ou outro item dos requisitos e características apontados. Entretanto, é fundamental que a qualidade do substrato selecionado permaneça a mesma por longo período, a fim de que os processos do sistema de cultivo possam ser padronizados.

Considerando o exposto, o presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de caracterizar diferentes turfas e a avaliar a influência no desenvolvimento do crisântemo cv. Sun City cultivado em vaso em Freising/Alemanha.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização da área experimental

O experimento foi conduzido em casa de vegetação de vidro do Instituto de Horticultura (“Forschungsanstalt für Gartenbau”) e laboratório do Instituto de Solos e Nutrição de Plantas (“Institut für Bodenkunde und Pflanzenernährung”) da Universidade de Ciências Aplicadas Weihenstephan (“Fachhochschule Weihenstephan”, FW), Freising, Baviera, Alemanha, localizado à 48°23’60” de latitude Norte, 11°43’60” de longitude leste e com altitude média de 448 m.

Tratamentos e delineamento experimental

O experimento foi conduzido em blocos casualizados, com doze tratamentos e quatro repetições, sendo cada parcela constituída por oito vasos úteis. Os tratamentos foram compostos por turfas de diferentes locais de origem, conforme Tabela 1.

Tabela 1. Turfas utilizadas no cultivo de crisântemo em vaso cv. Sun City de acordo com o local e forma de extração. Freising/Alemanha, 2006.

Turfas	Países de Origem	Classificação em alemão	Classificação em inglês	Classificação em Português
MP-1	Irlanda	“Frästorf”	“Milled peat”	Turfa moída
MP-2	Estónia	“Frästorf”	“Milled peat”	Turfa moída
MP-3	Lituânia	“Frästorf”	“Milled peat”	Turfa moída
MP-4	Letônia	“Frästorf”	“Milled peat”	Turfa moída
MP-10	Finlândia	“Frästorf”	“Milled peat”	Turfa moída
FBP-5	Letônia	“Humintorf”	“Frozen black peat”	Turfa de local gelado
FBP-6	Alemanha	“Humintorf”	“Frozen black peat”	Turfa de local gelado
SP-7	Irlanda	“Sodentorf”	“Sod peat”	Turfa em cortes
SP-8	Lituânia	“Sodentorf”	“Sod peat”	Turfa em cortes
SP-9*	Alemanha	“Einheitserde”	“Standard substrate”	Substrato padrão
SP-11	Suécia	“Sodentorf”	“Sod peat”	Turfa em cortes
SP-12	Dinamarca	“Sodentorf”	“Sod peat”	Turfa em cortes

* substrato considerado padrão (“Einheitserde”).

Condução do experimento e tratos culturais

Estacas de crisântemo (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev.), cultivar Sun City com lígulas de cor vermelha e rajadas amareladas e disco central amarelo, apresentando inflorescências do tipo margarida foram adquiridas junto à empresa comercial Fides[®] e cultivadas em bandejas multicelulares (77 células, de volume 0,05 L por célula) contendo substrato comercial à base de turfa para plantas ornamentais (TKS[®]). As estacas oriundas de um único lote de mesma idade foram estaqueadas em 25/07/2006 e com término do ciclo de produção em 11/09/2006 totalizando 11 semanas de cultivo.

As estacas foram cobertas com TNT (tecido-não-tecido) e plástico transparente para manter a umidade no período de enraizamento e, durante este período, não foi necessário iluminação artificial devido ao fato de os dias apresentarem mais de 13 horas de luz natural. Aos 21 dias após o início do enraizamento, as mudas apresentavam cinco a seis folhas abertas e raízes circundando o substrato e foram transplantadas para vasos de polietileno número 12 (pote 12) com volume 0,8 L e dimensões altura 11 cm, base superior e base inferior com 12 cm e 8,1 cm de diâmetro, respectivamente, com três plantas por vaso nos distintos tratamentos anteriormente apresentados (Tabela 1). Os substratos foram previamente adubados com 1 g PGMix (14+16+18) por litro de substrato e com valores de pH (CaCl₂) corrigidos entre 5,3 a 6,2 com a utilização de CaCO₃ (85%). Após o transplante, os vasos foram transferidos para a casa de vegetação definitiva e espaçados em 30 x 30 cm, considerando-se o início do experimento (16/08/2006).

As mudas foram submetidas ao “pinch” dois dias após o transplante (18/08/2006). Este processo consiste na retirada do meristema apical para estimular o surgimento de brotações laterais, promovendo uma melhor formação à planta (MOTOS e OLIVEIRA, s.d.), deixando quatro a cinco folhas por planta. A partir desta data, com o propósito de indução floral, as plantas passaram para a fase de dias curtos (dias com menos de 15 horas de luz) mediante escurecimento artificial promovido por lonas de tecido pretas.

Os vasos foram mantidos livres de plantas daninhas e foi realizado o controle fitossanitário preventivo à base de produtos e doses recomendadas à cultura e não foi utilizado regulador de crescimento.

Sistema de Irrigação

Foi utilizado um sistema recirculante para cultivo em vaso do tipo subirrigação conhecido também como “ebb-and-flow system”. Este sistema permite um controle mais rigoroso da solução nutritiva e tem por finalidade reduzir de mínimo a zero a lixiviação da solução nutritiva no solo (MOLITOR, 1990; RÖBER, 1996). Os vasos foram espaçados sobre mesas, tipo caixas, com uma borda de altura em torno de 10 cm. Abaixo das mesas, estavam localizados os reservatórios com as soluções nutritivas, que após acionadas as bombas de irrigação, a partir de um painel eletrônico central, permitiu o recalque da solução para a mesa inundando-a, até atingir uma altura de 2,5 a 3,0 cm, saturando o vaso por capilaridade. As bombas de irrigação permaneciam ligadas durante 3 minutos e 15 segundos, tempo que permitia a subida da solução nutritiva à parte superior da mesa e atingir a altura de 3,0 cm do vaso. O tempo total entre o acionamento das bombas e o retorno da solução nutritiva não absorvida para os reservatórios de armazenamento da solução nutritiva foi de 15 minutos. O ciclo foi repetido diariamente uma vez ao dia e, irrigação adicional somente quando as plantas não se apresentavam túrgidas. Em Apêndice 3A encontram-se etapas de condução do experimento com crisântemo cv. Sun City até o sistema de irrigação.

A solução nutritiva utilizada no cultivo das plantas foi baseada em FURLANI (1999) com modificações na concentração de nitrogênio e potássio. As concentrações dos macronutrientes foram (mg L^{-1}): 100 N-NH₄⁺, 50 N-NO₃⁻, 31 P, 200 K, 100 Ca, 24 Mg e 32 S; os micronutrientes (mg L^{-1}): 0,2 B, 0,03 Cu, 3,4 Fe, 1,1 Mn, 0,05 Mo e 0,2 Zn. Os nutrientes foram fornecidos por reagentes p.a. (“pró-análise”), exceto para Fe (Fe-EDDHA), sendo: KNO₃, K₂SO₄, (NH₄)₂SO₄, Ca(H₂PO₄)₂.H₂O, MgSO₄.7H₂O, MnSO₄.H₂O, H₃BO₃, CuSO₄.H₂O, Na₂MoO₄.2H₂O, ZnSO₄.7H₂O. A renovação da solução foi efetuada uma vez durante o ciclo, quando a anterior foi totalmente utilizada, para que não houvesse desperdício de solução e sua liberação no solo. O monitoramento da

condutividade elétrica (CE) e pH da solução nutritiva foi realizado semanalmente, mantendo-se o valor da CE $2,1 \pm 0,1$ dS m⁻¹ e pH variando de $6,8 \pm 0,3$. Aos 49 dias após o enraizamento (DAE), adicionou-se água à solução nutritiva, diminuindo o valor da CE para $0,95 \pm 0,04$ dS m⁻¹.

Controle climático

O clima foi monitorado por um sistema climático IntelliGrow® a partir da aquisição de dados por um computador central, um *Datalogger* com sensores específicos para temperatura do ar, umidade relativa do ar e luminosidade e um *software* com os elementos necessários para aquisição e controle do clima. Durante a realização do experimento, a temperatura do ar foi controlada, permanecendo a mínima 18 °C e a máxima 23 °C.

Caracterização dos substratos *in natura*

Foram realizadas avaliações das doze turfas, respectivos aos tratamentos do experimento, assim como procederam de suas origens, denominando-os de *in natura*. Primeiramente, determinou-se o grau de decomposição das turfas e posteriormente, foram caracterizadas quanto às suas propriedades químicas em diferentes métodos analíticos.

1) Grau de decomposição das turfas:

Foi realizado o grau de decomposição das turfas segundo a escala de Von Post (PUUSTJARVI & ROBERTSON, 1975). Uma pequena quantidade de turfa fresca foi espalhada na palma da mão e, a coloração, consistência e proporção de água e/ou turfa (fase líquida e sólida) foram observados. Posteriormente, foram comparados em escala com dez formas ou graus de decomposição. Quando a turfa apresentava, em sua completa separação, água de coloração clara, era correspondente ao valor H1 e sua característica foi de turfa praticamente sem decomposição. Por outro lado, quando a turfa não apresentava separação da fase líquida com a sólida e a massa de substrato

e permaneceu entre os dedos, foi classificada como H10, completamente decomposta. Na Tabela 2, encontram-se os dados referentes ao grau de decomposição das turfas.

Tabela 2. Grau de decomposição das turfas de acordo com a escala de Von POST^a. Freising/Alemanha, 2006.

Peat	Grau de decomposição (valor "H", escala von Post)	Grau de decomposição (valor "H", escala von Post)	Tipos de turfa em função do grau de decomposição ^b
MP-1	H4-H6	Rapidamente em decomposição à bem decomposta	Turfa de transição
MP-2	H2-H3	Quase sem decomposição à muito rapidamente decomposta	<i>Sphagnum</i>
MP-3	H3-H5	Muito rapidamente decomposta à moderadamente bem decomposta	Turfa branca
MP-4	H3-H4	Muito rapidamente decomposta à rapidamente em decomposição	Turfa branca
MP-10	H3-H4	Muito rapidamente decomposta à rapidamente em decomposição	Turfa branca
FBP-5	H6-H7	Bem decomposta à fortemente decomposta	Turfa preta
FBP-6	H6-H8	Bem decomposta à muito fortemente decomposta	Turfa preta
SP-7	H3-H4	Muito rapidamente decomposta à rapidamente em decomposição	Turfa branca
SP-8	H2-H4	Quase sem decomposição à rapidamente em decomposição	Turfa branca
SP-9	H4-H5	Rapidamente em decomposição à moderadamente bem decomposta	Turfa de transição
SP-11	H3-H4	Muito rapidamente decomposta à rapidamente em decomposição	Turfa branca
SP-12	H4-H5	Rapidamente em decomposição à moderadamente bem decomposta	Turfa de transição

^aPUUSTJARVI & ROBERTSON (1975).

^bBOS et al. (2003).

2) Método baseado nas normas alemãs (VDLUFA, 1997):

a) pH (CaCl₂): 1:2,5 (m/v), solução extratora 0,01 M CaCl₂;

b) Sais solúveis (g KCl L⁻¹): 1:10 (m/v), solução extratora água destilada;

c) Macronutrientes (mg L^{-1}): N, P_2O , K_2O e Mg utilizando-se extrator CAT (0,01 M CaCl_2 + 0,002 M DTPA), 1:8 (m/v);

d) Micronutrientes: B, Fe, Cu, Zn e Mn, utilizando-se extrator CAT (mg L^{-1}).

3) Métodos oficiais do Comitê de Normalização Europeu (CEN – “Comité Européen de Normalisation”)

a) pH em H_2O (DIN EN 13037; CEN, 2003a);

b) CE (Condutividade elétrica) (mS m^{-1}) (DIN EN 13038; CEN, 2003b);

c) Macronutrientes (mg L^{-1}): N, P, K e Mg, utilizando-se extrator CAT e H_2O (1:5, v/v) (DIN EN 13040; CEN, 2003c);

d) Micronutrientes (mg L^{-1}): B, Fe, Cu, Zn e Mn, utilizando-se extrator CAT e H_2O (1:5, v/v) (DIN EN 13040; CEN, 2003c).

Preparo e caracterização dos substratos do cultivo

Inicialmente, foi realizada a adubação, com 1g de PGMix L^{-1} de substrato (14+16+18) e calagem, com CaCO_3 (85%), nas quantidades de 2, 4, 6, 8, 10 g L^{-1} de substrato, para cada um dos doze tratamentos, para verificar em qual nível de calcário se obtinha o valor de pH mais adequado à cultura (Tabela 3). Obtendo-se o resultado, fez-se adubação e calagem definitiva dos doze substratos e foram armazenados até o plantio das mudas.

Foram realizadas avaliações para propriedades químicas dos substratos aos 0 (início), 21, 42 e 56 dias após o enraizamento (DAE). Aos 56 DAE, dividindo-se o substrato em duas partes de acordo com a profundidade: a) 56a: à 3 cm da base inferior do vaso (fundo do vaso); e, b) 56b: acima dos 3 cm até a base superior do vaso (à 8cm a partir da base superior). As propriedades físicas foram determinadas aos 0 (início) e 56 DAE.

Para realização das análises tomou-se o substrato de um vaso de cada repetição misturando-os até obtenção de um composto homogêneo, do qual retirou-se 1 L de cada tratamento, peneirando-o em malha de 5 mm.

Tabela 3. Valores de pH obtidos na análise das turfas de acordo com a quantidade de CaCO_3 (85%) aplicado e, a quantidade total de adubo e calcário utilizados na adubação e calagem definitiva para 70 L de cada turfa utilizadas no cultivo do crisântemo cv. Sun City em vaso. Freising/Alemanha, 2006.

Turfas	pH (CaCl_2)	CaCO_3 (85%) (g L^{-1})	CaCO_3 (85%) (g para 70 L)	Adubo PGMix (g para 70 L)
MP-1	5,8	8	560	70
MP-2	5,7	10	700	70
MP-3	5,9	8	560	70
MP-4	5,9	8	560	70
MP-10	5,7	8	560	70
FBP-5	5,8	10	700	70
FBP-6	5,6 *	11	770	70
SP-7	5,9	6	420	70
SP-8	5,8	6	420	70
SP-9*	5,9	10	700	70
SP-11	5,8	6	420	70
SP-12	5,9	6	420	70

*a turfa FBP-6 com 10g CaCO_3 atingiu um pH 5,6, mas para que todos os substratos apresentassem pH entre 5,7 e 5,9, fez-se a calagem definitiva para este substrato com 11g $\text{CaCO}_3 \text{ L}^{-1}$ de substrato.

As características físico-químicas avaliadas seguiram as normas da Federação dos Institutos de Agropecuária de Pesquisa e Análise da Alemanha (VDLUFA - "Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten") (VDLUFA, 1997):

- 1) pH (CaCl_2): 1:2,5 (m/v), solução extratora 0,01 M CaCl_2 ;
- 2) Sais solúveis (g KCl L^{-1}): 1:10 (m/v), solução extratora água destilada;
- 3) Teores de nitrogênio, fósforo e potássio (mg L^{-1}): 1:8 (m/v), extrator CAT (0,01 M CaCl_2 + 0,002 M DTPA).

Dentre as características físicas, avaliaram-se:

- 1) densidade seca (DS): foi determinado o teor de massa seca das amostras, através de secagem em estufa a 105 °C até a estabilização do peso das amostras, sendo então determinada pela metodologia proposta por HOFFMAN (1970), por meio da fórmula:

$$DS = \frac{DU * MS}{100} \quad (1)$$

em que:

DS = densidade seca (g L⁻¹)

DU: densidade úmida do substrato (g L⁻¹)

MS: massa seca da amostra à 105 °C por 24h (%)

2) capacidade de retenção de água (CRA): avaliada pela metodologia adaptada pelo laboratório da FW, refere-se ao máximo volume de água que fica retido no substrato após a drenagem, baseado na densidade seca do material. Um recipiente de volume 300 mL e perfurado na base inferior foi pesado (PRv) e preenchido com a amostra na umidade natural de peso conhecido (Pa). Foram acondicionados em recipiente maior e vazio e cuidadosamente colocou-se a água no recipiente maior até ter atingido a marca dos 300 mL, saturando o substrato por capilaridade e lentamente todos os poros foram preenchidos com água. Após o período de saturação, o recipiente com substrato foi retirado cuidadosamente, sem ser inclinado, para não derramar mais água do que seria drenada na exata posição vertical e colocado sobre uma camada de areia altura de 4 cm para iniciar o processo de drenagem, ficando nesta etapa por duas horas. Após a drenagem, o recipiente + amostra foi novamente pesado, obtendo-se o valor úmido e drenado (PRd). O valor da CRA foi obtida pela seguinte fórmula:

$$CRA = \frac{PRd - PRv - \frac{Pa * MS}{100}}{VRc} * 100 \quad (2)$$

em que:

CRA = capacidade de retenção de água (Vol.%)

PRd = peso do recipiente com amostra após a drenagem (g)

PRv = peso do recipiente vazio (g)

P_a = amostra na umidade natural de peso conhecido, obtido através da densidade úmida da amostra (DU) para volume de recipiente conhecido (VRc), ou seja, $DU \times VRc$

VRc = volume de recipiente conhecido (300 mL)

MS = massa seca da amostra à 105 °C por 24h (%)

$P_a \cdot MS / 100$ = densidade seca da amostra proporcional ao VRc

3) volume de poros (VP): avaliado pela metodologia adaptada pelo laboratório da FW, refere-se ao volume de poros ocupados pelo ar e água, baseado na massa seca do material. As amostras, após secas, moídas e pesadas foram colocadas em cadinhos de porcelana e acondicionadas em forno-mufla a 650 °C durante ± 12 horas para obtenção do valor correspondente às cinzas. O valor do volume de poros foi obtido pela seguinte equação:

$$VP = 100 * \frac{F * \left(\frac{P_a * MS}{100} \right)}{VRc} \quad (3)$$

em que:

VP = Volume de poros (Vol.%)

F = fator "F" obtido a partir do valor de cinzas (m), em que $F = (265 - m) / 4,37$

VRc = volume de recipiente conhecido (300 mL)

$P_a \cdot MS / 100$ = densidade seca da amostra proporcional ao VRc

4) espaço de aeração (EA): volume de poros ocupados por ar quando o substrato está em capacidade de retenção de água, pela equação:

$$EA = VP - CRA \quad (4)$$

em que:

EA = espaço de aeração (Vol.%)

VP = Volume de poros (Vol.%)

CRA = capacidade de retenção de água (Vol.%)

Variáveis estudadas

Aos 56 dias após o enraizamento, fez-se a avaliação final do experimento, quando as plantas apresentavam pelo menos três flores abertas, apresentando um grau de abertura em torno de 160º, indicando o ponto de comercialização, quando foram obtidos os dados dos seguintes parâmetros: a) altura das plantas (cm): medida a partir da base superior do vaso até a parte mais alta da planta, utilizando régua graduada; b) diâmetro do buquê (cm): medida entre as partes extremas do topo da plantas em dois sentidos, utilizando régua graduada; c) área foliar (cm²): pelo medidor de área foliar eletrônico (Li-Cor L1-3100®); d) massa fresca da parte aérea (g vaso⁻¹); e) Número de inflorescências por vaso: classificadas em abertas, semi-abertas (mostrado cor, mas sem grau de abertura) e botões (totalmente fechadas); f) massa fresca das inflorescências (g vaso⁻¹); g) massa seca da parte aérea (g vaso⁻¹): o material (folhas + caule + inflorescências) foi submetido à secagem em estufa com circulação forçada de ar a 70 °C por 72 horas e pesado em balança digital, precisão 0,1g.

Avaliação estatística

Os dados de análise de crescimento foram submetidos à análise de variância para avaliação de efeito estatístico; as médias foram comparadas pelo teste de Tukey (P<0,01), no software SAS (SAS, 2000). Realizaram-se testes de correlação simples entre os métodos analíticos estudados (FERREIRA, 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Caracterização físico-química dos substratos

Para garantir a qualidade de substratos hortícolas bem como a produtividade e a qualidade das plantas crescidas nestes materiais, faz-se necessária a caracterização de suas propriedades químicas, físicas e biológicas. Porém ainda existe a necessidade de padronização de algumas propriedades, dentre as quais se encontram as químicas.

Os resultados obtidos para as propriedades químicas avaliadas mostram que existe uma variação entre os substratos e entre as metodologias avaliadas. Quanto aos dados de pH (Tabela 4), observa-se que os valores de pH (CaCl_2) variaram de 2,8 até 3,5 e pH em água de 4,0 à 5,0. Ambos os métodos utilizados indicaram que os substratos são ácidos, apresentando uma correlação positiva significativa ($r=0,60^*$), porém com mais intensidade para o extrator CaCl_2 . Os valores encontram-se dentro da faixa observada por FISCHER (1996) e quanto ao pH (H_2O), somente FBP-6 encontra-se dentro dos valores referenciados por TEICHER et al. (1987). Segundo MALAVOLTA (1980), os valores lidos em soluções salinas são em geral menores àqueles lidos em água.

As turfas de uma forma geral, devido à sua origem, apresentam valores de pH naturais muito ácidos, pois possuem altos conteúdos de substâncias húmicas ácidas derivadas do processo de decomposição da lignina (PUUSTJARVI & ROBERTSON, 1975; AGUILA-VILA et al., 1988) e que podem variar seu valor de acordo com o grau de decomposição da turfa (BOS et al., 2003).

De acordo com BAUGARTEN (2002), o valor de pH medido em água pelo método CEN resulta em maiores valores e esta diferença pode ser devido à capacidade de troca de cátions e concentração de sais solúveis na solução do substrato.

Tabela 4. Valores de pH (CaCl₂), pH (H₂O), sais solúveis (SS) e condutividade elétrica (CE) em turfas, utilizando-se diferentes metodologias. Freising/Alemanha, 2006.

Turfas	pH	SS	pH	CE
	(CaCl ₂) VDLUFA	g L ⁻¹ VDLUFA	(H ₂ O) CEN	mS m ⁻¹ CEN
MP-1	3,3	0,11	4,7	4
MP-2	2,8	0,07	4,4	2
MP-3	3,2	0,09	4,7	3
MP-4	2,9	0,06	4,4	2
MP-10	2,8	0,06	4,5	2
FBP-5	3,2	0,15	4,7	4
FBP-6	2,8	0,27	4,0	7
SP-7	3,3	0,12	4,6	4
SP-8	3,2	0,02	4,8	1
SP-9	3,0	0,13	4,4	5
SP-11	3,0	0,04	5,0	2
SP-12	3,5	0,18	4,7	6
Ideal*	2,5 -3,5	0,07-0,46 ¹	3,5-4,2	0,32-3,68

* Valores referenciais para pH (CaCl₂) (FISCHER, 1996); pH (H₂O), SS e CE (TEICHER, 1987),

Em relação ao conteúdo de SS, os substratos MP-4, MP-10, SP-8 e SP-11 (Tabela 4) não se apresentam dentro da faixa considerada por TEICHER (1987), de 0,07-0,46 g L⁻¹, encontrando-se abaixo dos valores referenciais, sendo, porém, considerados normais dentro da classificação sugerida por RÖBER & SCHALLER (1985), podendo ser utilizados em misturas para espécies sensíveis à salinidade, segundo PENNINGSFELD (1962). De acordo com CONOVER (1967) a faixa ideal para SS encontra-se entre 0 e 0,5 g L⁻¹, sendo que desta forma, todos os substratos avaliados enquadram-se dentro de valores considerados para substratos hortícolas utilizados em sistemas de produção nos quais podem ocorrer variações significativas no regime hídrico. Analisando-se os valores de CE dos substratos, nota-se que existe uma variação entre as turfas com FBP-6 apresentando o maior valor (7 mS m⁻¹) (Tabela 4). Segundo MARTÍNEZ (2002), turfas negras, que são as mais decompostas, apresentam-se em grande parte, mais salinizadas. Comparando-se com SS, verifica-se que existe uma alta correlação entre os métodos utilizados ($r=0,96^{**}$).

Quanto aos teores de macronutrientes solúveis (Tabela 5), observa-se que há grande variação entre as turfas. Para teor de nitrogênio, o substrato FBP-5 apresenta os maiores valores nos três métodos avaliados, acima do limite ótimo sugerido nos métodos utilizando-se o extrator CAT (VDLUFA e CEN). Para fósforo, observa-se que em todos os métodos, somente SP-12 apresenta conteúdo de P. Quanto ao potássio, existe variação entre os resultados obtidos, destacando-se SP-12 que contém maior concentração e nota-se que utilizando o extrator aquoso, praticamente não houve leitura de potássio. Já para o teor de magnésio, de uma maneira geral, os substratos encontram-se dentro da faixa considerada ideal, de 35 a 180 mg L⁻¹ (FISCHER, 1996).

Tabela 5. Conteúdo de macronutrientes presentes nas turfas utilizando diferentes métodos de extração. Freising/Alemanha, 2006.

Turfas	N ¹	N ²	N ³	P ₂ O ₅ ¹	P ²	P ³	K ₂ O ¹	K ²	K ³	Mg ¹	Mg ²	Mg ³
	mg L ⁻¹											
MP-1	16	13	8	0	0	0	4	2	2	140	140	1,05
MP-2	14	13	5	0	0	0	10	6	0	45	49	0,15
MP-3	26	25	12	0	0	0	4	2	0	74	83	0,50
MP-4	3	8	4	0	0	0	5	3	0	56	65	0,23
MP-10	15	11	4	0	0	0	6	4	0	35	32	0,10
FBP-5	54	51	17	0	0	0	6	3	0	49	51	0,33
FBP-6	35	24	15	0	0	0	6	3	4	133	114	1,73
SP-7	12	11	8	0	0	0	5	3	0	118	122	1,28
SP-8	0	3	1	0	0	0	4	2	0	35	35	0,15
SP-9	21	12	10	0	0	0	1	0	0	94	94	0,95
SP-11	15	14	4	0	0	0	4	2	0	53	67	0,10
SP-12	16	8	10	5	2	1	26	17	8	139	135	3,10
Ideal*	10-45	-	-	1-5	-	-	5-20	-	-	35-180	-	-

*Valores sugeridos para conteúdo de nutrientes solúveis em turfas (FISCHER, 1996).

¹Método de extração utilizando a mistura DTPA/CaCl₂ (CAT) (VDLUFA, 1997).

²Método de extração utilizando a mistura DTPA/CaCl₂ (CAT) (CEN, 2003c).

³Método de extração em água na proporção 1:5 (v/v) (CEN, 2003c).

Quanto aos micronutrientes (Tabela 6), também se verifica grande variação entre as turfas em cada método analítico avaliado. Os valores de boro, em todos os substratos encontram-se abaixo da faixa ideal; para cobre, os valores variam

grandemente entre as turfas. Em relação ao ferro, observa-se que MP-10 e FBP-5 apresentaram conteúdos superiores aos valores ideais sugeridos por FISCHER (1996), de 6 a 50 mg L⁻¹, com extrator CAT e, no extrator aquoso, foram os únicos a apresentarem quantidades de Fe extraídos, encontrando-se abaixo dos valores considerados anteriormente. O manganês apresentou-se abaixo da faixa ótima (0,3-4 mg L⁻¹) somente em SP-11 nos métodos utilizando-se extrator CAT. Para zinco, SP-7, SP-11 e SP-12 no método CAT (VDLUFA) e, MP-1, SP-11 e SP-12 pelo extrator CAT (CEN), apresentaram valores abaixo da faixa considerada ótima (0,5-4 mg L⁻¹).

Tabela 6. Conteúdo de micronutrientes presentes nas turfas utilizando diferentes métodos de extração. Freising/Alemanha, 2006.

Turfas	B ¹	B ²	B ³	Cu ¹	Cu ²	Cu ³	Fe ¹	Fe ²	Fe ³	Mn ¹	Mn ²	Mn ³	Zn ¹	Zn ²	Zn ³
	mg L ⁻¹														
MP-1	0,15	0,18	0,03	0,19	0,30	0,05	18	19,9	0,00	1,84	1,70	0,05	0,49	0,35	0,00
MP-2	0,13	0,13	0,00	0,53	0,35	0,00	19	18,2	0,00	2,97	2,75	0,00	1,88	1,50	0,00
MP-3	0,12	0,15	0,00	0,12	0,33	0,00	18	17,2	0,00	0,87	1,03	0,05	0,99	0,85	0,00
MP-4	0,06	0,13	0,05	0,20	0,25	0,03	12	12,5	0,00	0,52	0,55	0,03	0,73	0,60	0,00
MP-10	0,12	0,23	0,00	0,44	0,20	0,00	56	53,4	0,03	0,99	0,85	0,00	1,31	0,98	0,00
FBP-5	0,15	0,20	0,05	0,39	0,23	0,05	77	74,1	0,30	1,75	1,53	0,00	0,78	0,53	0,00
FBP-6	0,21	0,20	0,05	0,16	0,18	0,03	33	24,6	0,00	1,28	1,10	0,03	2,78	2,30	0,00
SP-7	0,10	0,20	0,03	0,05	0,28	0,03	7	8,8	0,00	0,31	0,38	0,05	0,46	0,53	0,00
SP-8	0,09	0,15	0,00	0,12	0,30	0,00	23	20,5	0,00	0,55	0,55	0,00	1,66	1,40	0,00
SP-9	0,13	0,20	0,00	0,28	0,40	0,00	10	11,2	0,00	1,10	1,10	0,00	0,50	0,60	0,00
SP-11	0,04	0,15	0,00	0,27	0,15	0,03	6	5,9	0,00	0,04	0,05	0,00	0,41	0,45	0,00
SP-12	0,18	0,28	0,10	0,32	0,12	0,00	17	17,1	0,00	0,47	0,33	0,00	0,35	0,35	0,00
Ideal*	0,5-1,0	-	-	<0,2	-	-	6-50	-	-	0,3-4	-	-	0,5-4	-	-

*Valores sugeridos para conteúdo de nutrientes solúveis em turfas (FISCHER, 1996).

¹Método de extração utilizando a mistura DTPA/CaCl₂ (CAT) (VDLUFA, 1997).

²Método de extração utilizando a mistura DTPA/CaCl₂ (CAT) (CEN, 2003c).

³Método de extração em água na proporção 1:5 (v/v) (CEN, 2003c).

Quanto ao método utilizando-se a água como extrator, verifica-se que em todos os micronutrientes avaliados (B, Cu, Fe, Mn) as quantidades extraídas não atingiram o limite mínimo considerado ideal por FISCHER (1996), e para Zn, não houve nenhuma quantidade extraída (Tabela 6).

Resultados semelhantes foram obtidos por TEICHER et al. (1987) que, ao caracterizarem trinta turfas de diferentes locais, observaram que todas as turfas apresentaram valor de pH (CaCl₂) entre 3,0 e 3,2 e, pH (H₂O) 3,5 e 4,2. Quanto aos valores de SS, apresentaram valores entre 0,05 e 0,4 g L⁻¹ enquanto a CE variou de 0,47 à 3,68 mS m⁻¹. Os conteúdos de macronutrientes também se mostraram baixos, especialmente potássio e fósforo. Em contraste, magnésio e ferro apresentaram conteúdos altos que poderiam ser utilizados na produção sem adição destes nutrientes. Quanto ao boro, manganês e zinco e cobre estes não atingiram as concentrações recomendadas para turfas como substratos.

Segundo BOS et al., (2003), as turfas não devem apresentar conteúdos de elementos químicos em quantidades que sejam prejudiciais às plantas sob condições normais de cultivo. De acordo com MARTÍNEZ (2002), quando se empregam substratos com baixa atividade química, faz-se uso da adubação ou de soluções nutritivas com concentrações e proporções adequadas de nutrientes, pois as propriedades químicas, segundo MILNER (2006), podem ser facilmente modificadas através da irrigação e fertirrigação.

Quanto aos métodos utilizados na avaliação dos substratos, também ocorreu uma variação entre os resultados obtidos, porém estes apresentaram correlações significativas para a maioria dos nutrientes avaliados (Tabela 7). Os macronutrientes apresentaram correlações significativas e positivas quanto aos métodos utilizados assim como os micronutrientes boro, zinco, manganês e ferro, com exceção para cobre, para o qual não houve associação entre os métodos.

Tabela 7. Coeficiente de correlação entre os métodos avaliados utilizando diferentes turfas. Freising/Alemanha, 2006.

Métodos	N	P	K	Mg	B	Cu	Fe	Mn	Zn
VDLUFA (CAT) x CEN (CAT)	0,95**	1,0**	0,99**	0,98**	0,60*	-0,08 ^{ns}	0,99**	0,99**	0,99**
VDLUFA (CAT) x CEN (H ₂ O)	0,91**	1,0**	0,83**	0,85**	0,50 ^{ns}	-0,2 ^{ns}	0,82**	-0,08 ^{ns}	0,0 ^{ns}
CEN (CAT) x CEN (H ₂ O)	0,80**	1,0**	0,82**	0,81**	0,58 ^{ns}	-0,24 ^{ns}	0,85**	-0,02 ^{ns}	0,0 ^{ns}

* e ** = significativo ao nível de 5 e 1% de probabilidade, respectivamente; ns = não significativo.

Pela Tabela 7, nota-se que as correlações, embora significativas, quando envolveram o extrator aquoso, são menores em relação ao método CAT. Pelos resultados, verificou-se de maneira geral que o extrator com água não extraiu teores de nutrientes comparáveis aos extratores CAT. De acordo com BAUMGARTEN (2002), o extrator aquoso é mais utilizado para substratos com baixa capacidade de troca de cátions, como por exemplo, a lã de rocha, enquanto os extratores CAT são mais apropriados para substratos mais complexos e baseados em misturas de vários constituintes.

Segundo SONNEVELD & KREIJ (1995), extratos aquosos com uma relação substrato: água mais ampla oferecem a possibilidade de analisar uma variedade maior de tipos de componentes e substratos, sendo a relação 1:5 aceitável.

Observa-se que utilizando os extratores CAT (VDLUFA, 1997; CEN 2003c) houve maior determinação dos teores de nutrientes disponíveis. Este extrator é amplamente empregado para a avaliação da disponibilidade dos micronutrientes Fe (HANDRECK, 1989), Zn e Cu (HANDRECK, 1994) e também para o P (HANDRECK, 1995).

SOONEVELD & KREIJ (1995) observaram que a solução CAT extrai as quantidades consideradas potencialmente disponíveis dos elementos, isto é, tem uma relação direta com a velocidade de absorção dos elementos pelas plantas. Entretanto, dependendo do substrato (ou componentes), o pH da suspensão pode ficar abaixo de 4, podendo ocasionar erros na determinação, já que nem todos os elementos disponíveis neste pH estarão disponíveis às plantas.

Nesse mesmo trabalho, comparando diversos extratores para avaliação dos micronutrientes, Fe, Cu, Mn e Zn em substratos, os autores puderam verificar que realmente não houve boas correlações entre extrator aquoso e a solução CAT, sendo de 0,35 para o Fe; 0,54 para o Mn; -0,07 para o Zn; e, -0,04 para o Cu. Resultados semelhantes foram obtidos no presente trabalho, incluindo o B e excetuando-se o Fe, quando se compara os extratores CAT e água.

Segundo ALT (2001), a utilização da solução CAT é uma alternativa ao método aquoso, e a decisão dependerá de qual elemento ou material se deseja avaliar.

SONNEVELD & KREIJ (1995) também recomendam o uso de ambos os métodos pelo fato de se encontrar no mercado uma grande diversidade de substratos e componentes, com características químicas muito diferentes. De acordo com COOPER (2001) não há um extrator que seja superior para todos os tipos de substratos ou componentes, o que pode ser verificado neste trabalho.

Substratos durante o cultivo

As propriedades químicas dos substratos avaliadas apresentaram variações durante o cultivo. Para o valor de pH em 0 DAE a variação entre os substratos foi 5,0 à 6,2, respectivamente para FBP-6 e SP-11. A mesma tendência ocorreu aos 21 DAE, encontrando-se valores entre 5,4 e 6,1 e, aos 42 DAE entre 5,3 e 5,8 (Figura 1A). As turfas, de uma forma geral, devido à sua origem, apresentam valores de pH naturais muito ácidos, (FISCHER, 1996; RÖBER, 2000; MARTÍNEZ, 2002), necessitando de calagem para a correção do pH e poderem ser utilizados como substrato na produção de plantas. Devido à calagem realizada antes do experimento, obtiveram-se os valores de pH mencionados ao 0 DAE. A faixa de pH recomendada para a cultura do crisântemo pode variar segundo alguns autores, entre 5,0-6,0 (RÖBER & SCHALLER, 1985; KÄMPF et al., 2006), 5,5-6,0 (BARBOSA, 2003) e, entre 5,7-6,2 (CAVINS et al., 2000), ou seja, com a calagem, atingiu-se o valor de pH adequado à cultura.

No entanto, no decorrer do cultivo, o pH mostrou pequenas variações, podendo estar relacionadas com a irrigação e com os efeitos da própria calagem. Aos 56 DAE, os substratos foram avaliados em duas partes, indicando que à 3 cm da base inferior do vaso (56a DAE) o valor de pH foi levemente mais ácido (4,7-5,4) em relação à parte superior do substrato (56b DAE) de 5,0 a 6,2. Possivelmente esta situação tenha sido uma das causas de um desenvolvimento pouco satisfatório das raízes (dados não apresentados), ou seja, não houve um crescimento de raízes circundando todo o volume de substrato, uma vez que, de acordo com BAYLEY (1996), em condições de acidez as plantas têm pouco desenvolvimento de raízes.

O conteúdo de sais solúveis (SS) mostrou incrementos do início até o final do cultivo (Figura 1B). Observa-se que em 0 DAE os substratos apresentaram $0,66 \text{ g L}^{-1}$

(MP-10) até $1,10 \text{ g L}^{-1}$ (FBP-6). Estes valores devem-se à adubação realizada durante o preparo dos substratos antes do plantio, juntamente com a calagem, pois de acordo com TEICHER et al. (1987), na caracterização de turfas de diversas origens *in natura*, obtiveram conteúdos de SS que variaram entre $0,05$ à $0,40 \text{ g L}^{-1}$.

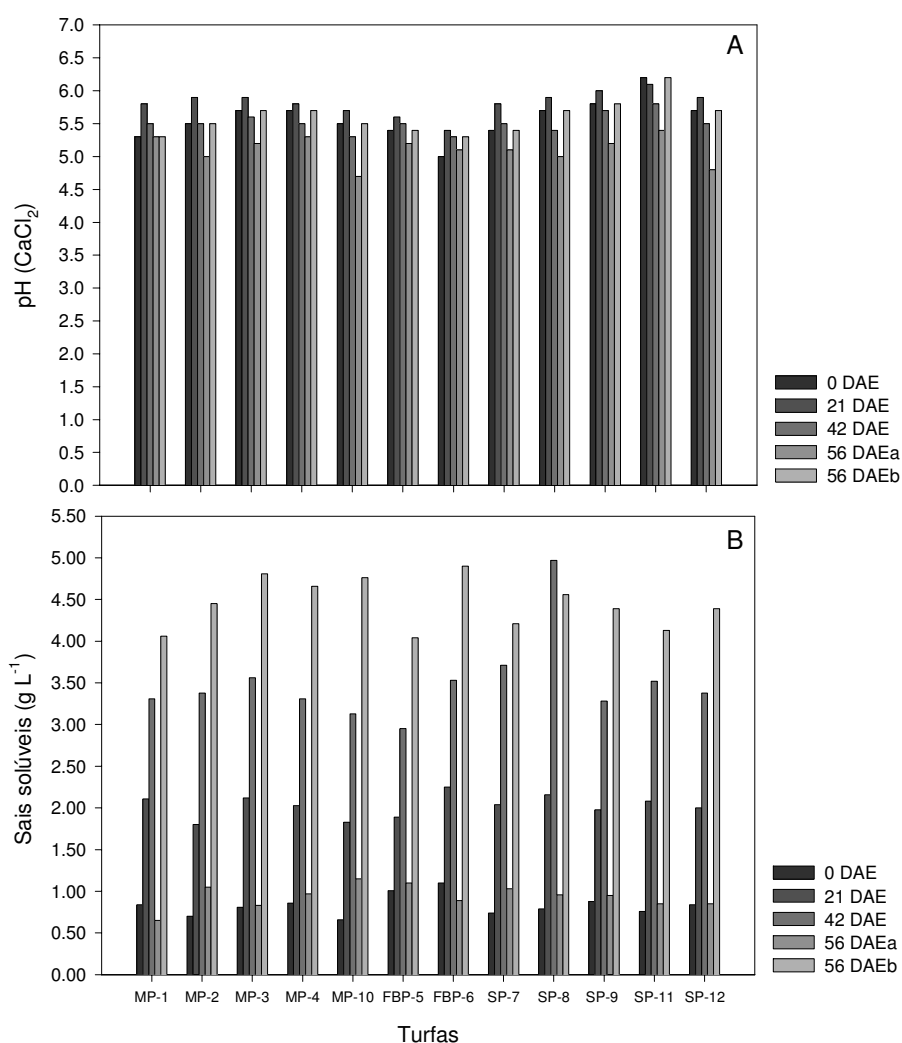


Figura 1. Valor de pH (CaCl₂) (A) e sais solúveis (H₂O) (B) obtidos em diferentes turfas durante o cultivo do crisântemo cv. Sun City em vaso, aos 0, 21, 42, 56a e 56b dias após enraizamento (DAE). Freising/Alemanha, 2006.

Do início aos 42 DAE, nota-se um aumento contínuo de SS em todos os substratos, numa taxa de 192% (FBP-5) e 528% (SP-8) em relação ao início do experimento. Aos 56 DAE, observa-se que os substratos apresentaram um maior conteúdo de SS na parte superior quando comparada à parte inferior (56a). O incremento de SS no decorrer do experimento já era esperado, pois se não há lixiviação do nutrientes presentes no substrato e as plantas não absorvem os mesmos em sua totalidade, pode ocorrer o acúmulo de sais. Fazendo-se comparação com a condutividade elétrica, que mede a concentração de sais dissolvidos nos meios de cultivo, ÖZÇELİK & ÖZKAN (2002) também verificaram que os valores de CE dos substratos tiveram incrementos quando comparados com as medidas obtidas no início do cultivo com antúrio. Outros exemplos podem ser levados em consideração, como FREIRE (1992), após cultivar um solo sob irrigação localizada com água de alta condutividade elétrica ($2,02 \text{ dS m}^{-1}$), constatou que em dois anos de trabalho a salinidade do solo aumentou de 0,59 para até mais de $13,00 \text{ dS m}^{-1}$, ou seja, de solo não salino para fortemente salino.

Um dos fatores da parte superior do substrato apresentar maior conteúdo de SS deve-se ao sistema de irrigação utilizado. Apesar do sistema “ebb-and-flow” apresentar inúmeras vantagens, pode promover elevados conteúdos de SS nos substratos, assim como também pode ocorrer em outros sistemas de irrigação. Porém, segundo REED (1996), como o movimento da água e dos nutrientes neste sistema se dá por capilaridade, nutrientes não absorvidos pelas plantas migram para a parte superior do vaso com a água e ficam acumulados em função da evaporação da água. Estudos realizados por MOLITOR (1990) com *Dieffenbachia* mostraram que este sistema é o que apresenta maior conteúdo de SS no primeiro terço do vaso a partir da superfície. Embora exceda os níveis de SS ou de CE do substrato recomendado para a cultura, não causa danos severos, pois são poucas as raízes de crescimento ativo nesta zona. KENT & REED (1996) também verificaram no cultivo de *Impatiens* em substratos no sistema “ebb-and-flow” que a maior concentração de SS foi no terço superior do vaso, seguido da parte mediana e terço inferior do vaso.

Quanto aos conteúdos de nitrogênio, fósforo e potássio nos diferentes substratos (Figura 2), o comportamento foi semelhante ao conteúdo de sais solúveis. A menor concentração de N em 0 DAE foi encontrada no substrato SP-7 (103 mg L^{-1}) e a maior em FBP-5 (155 mg L^{-1}). Já aos 21 DAE, observa-se que nos substratos MP-2, MP-4, MP-10 e FBP-5 houve redução no valor de N em relação ao início (Figura 2A). Este resultado pode estar relacionado à maior absorção de N pelas plantas cultivadas nestes substratos, o que ocasionou menor concentração do nutriente. Segundo GRUSZINSKI (2001), nas primeiras seis semanas as plantas de crisântemo crescem rapidamente e são altamente exigentes em nutrientes, principalmente nitrogênio e potássio. Já a partir dos 42 DAE ocorre incremento na concentração de N em todos os substratos.

Em relação a P e K, desde a primeira avaliação até 42 DAE, houve incrementos em todos os substratos (Figuras 2B e 2C), entre 63% (SP-12) e 208% (MP-10) nos conteúdos de P_2O_5 e, entre 153% (FBP-5) e 354% (SP-8) para K_2O . Aos 56 DAE o comportamento foi semelhante ao conteúdo de SS, com incrementos maiores na parte superior do substrato, tanto para N, P e K.

Cabe ressaltar que os altos valores de N, P e K obtidos na primeira avaliação devem-se à adubação realizada previamente ao plantio, juntamente com a calagem, incrementando os níveis destes nutrientes, pois TEICHER et al. (1987), na avaliação de turfas *in natura*, encontraram valores médios de 22, 3 e 9 mg L^{-1} de N, P_2O_5 e K_2O , respectivamente, ou seja, valores inferiores aos obtidos na primeira avaliação dos substratos.

De forma geral, a partir da caracterização química dos substratos durante o cultivo, observou-se que não houve comportamento constante nos resultados obtidos, sofrendo mais alterações das condições que estão submetidos. Segundo MILNER (2006), as propriedades químicas de um substrato podem ser facilmente mudadas por meio da irrigação e fertirrigação, e supõe-se que foram estes os fatores que levaram à oscilação dos resultados e, além destes fatores, a própria origem das turfas, que também tem influência na característica das turfas.

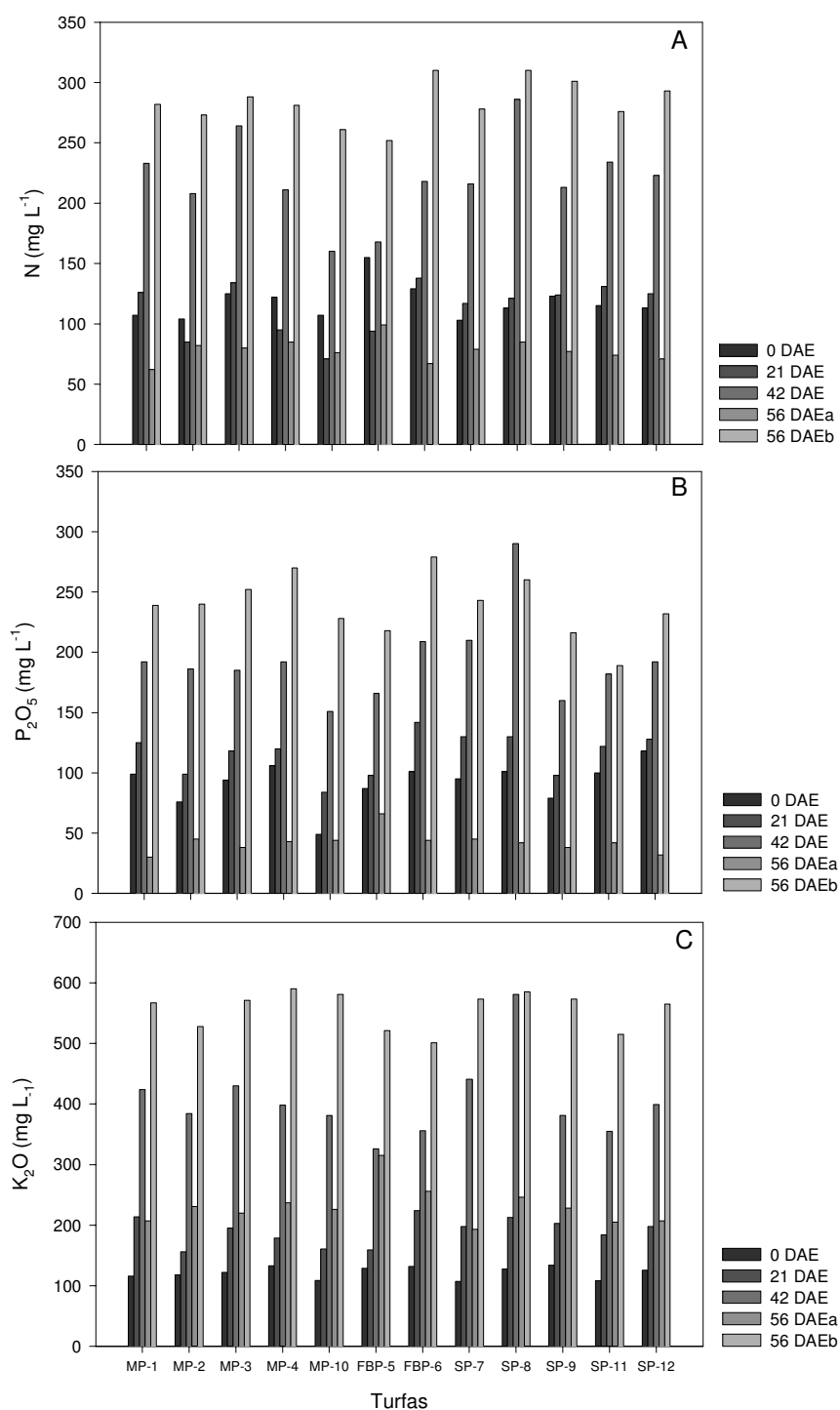


Figura 2. Concentração de nitrogênio (A), fósforo (B) e potássio (C) obtidos em diferentes turfas durante o cultivo do crisântemo cv. Sun City em vaso, aos 0, 21, 42, 56a e 56b dias após enraizamento (DAE). Freising/Alemanha, 2006.

Nas propriedades físicas avaliadas, observa-se na Figura 3A, que a densidade seca (DS) das turfas mostrou alterações do início ao fim do cultivo. Os substratos FBP-5 e FBP-6 apresentaram as maiores densidades em 0 DAE com 132 e 146 g L⁻¹, respectivamente, bem como aos 56 DAE, mas com baixos incrementos. Os maiores incrementos foram obtidos nos substratos SP-7, SP-8, SP-11 e SP-12, com 26, 20, 22 e 18%, respectivamente, já o substrato SP-9 não mostrou alteração na densidade.

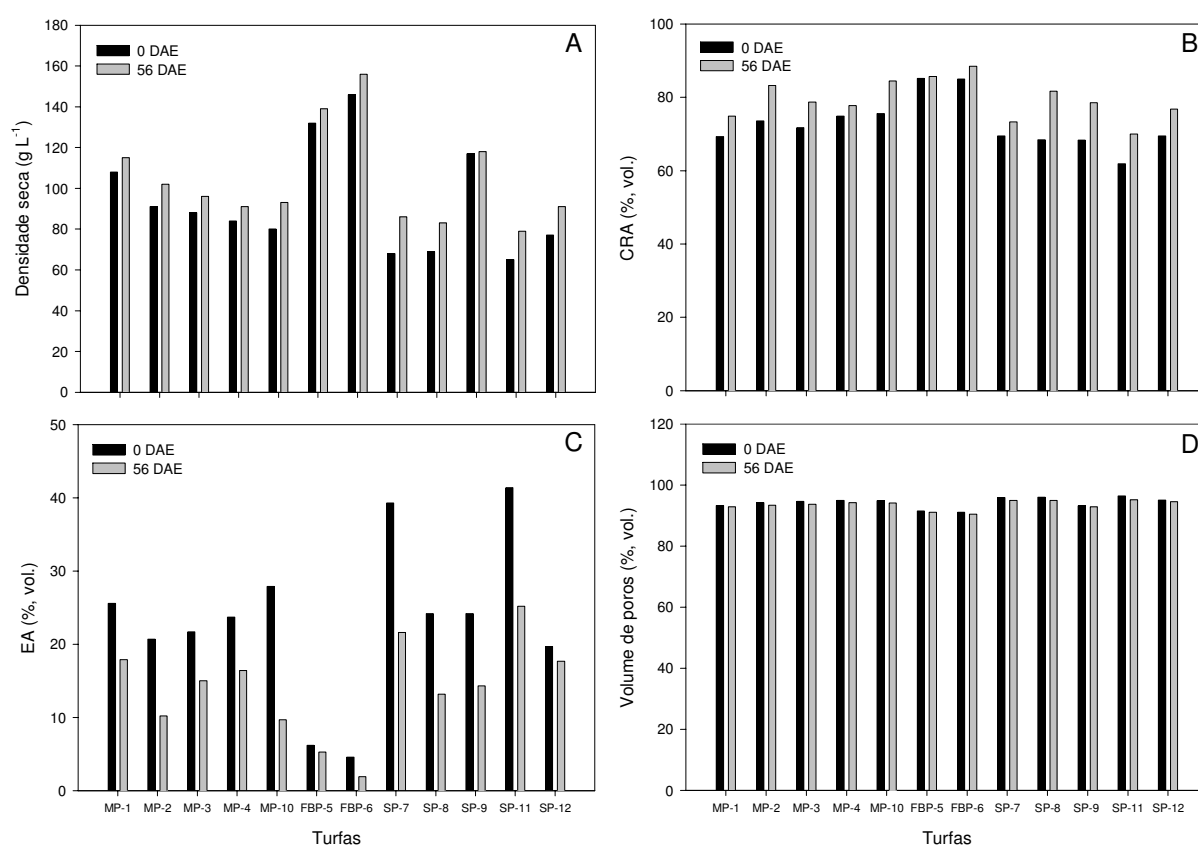


Figura 3. Densidade seca (A), capacidade de retenção de água (B), espaço de aeração (C) e volume de poros (D) obtidos em diferentes turfas durante o cultivo do crisântemo cv. Sun City em vaso, aos 0, 21, 42, 56a e 56b dias após enraizamento (DAE). Freising/Alemanha, 2006.

De acordo com (BUNT, 1973), a DS ideal para substratos hortícolas está entre 400 e 500 g L⁻¹, valores superiores aos encontrados no presente experimento. Porém,

encontram-se dentro da faixa considerada por VERDONCK et al. (1983) e WILSON (1983), que indicam DS na ordem de 45 a 200 g L⁻¹ para substratos turfosos.

FISCHER (1996) faz uma classificação da DS das turfas de acordo com o grau de decomposição, seguindo normas do CEN (1989), em turfas pouco decompostas, medianamente decompostas e muito decompostas, que apresentam DS na faixa de 40 a 80 g L⁻¹, 70 a 150 g L⁻¹ e 120 a 250 g L⁻¹, respectivamente. De acordo com esta classificação, podemos enquadrar os substratos FBP-5 e FBP-6 na categoria de muito decompostas.

Quanto à capacidade de retenção de água (CRA), observa-se que também houve incrementos em seus valores no final do experimento (Figura 3B), com menor intensidade para os substratos FBP-5 e FBP-6, mas nota-se que estes substratos apresentaram os maiores valores de CRA em ambas as épocas, com CRA superior à 85% (vol.). Segundo GROLLI (1991) a CRA situada entre 20 e 80% do volume é considerada ideal e, FISCHER (1996) afirma que o incremento do grau de decomposição da turfa, eleva os valores da densidade e da capacidade de retenção de água, porém, a disponibilidade de água para as plantas pode não ser na mesma proporção, ou seja, pode tornar-se menos disponível, pois está retida a uma maior tensão, concordando com MARTÍNEZ (2002), que afirma ser este um dos fatores inconvenientes das turfas negras, que são as mais decompostas.

Em se tratando do espaço de aeração (EA), verificou-se que houve uma queda no EA de 0 DAE até 56 DAE em todos os substratos (Figura 3C). Percebe-se novamente o comportamento de FBP-5 e FBP-6, que apresentam os menores valores no início, com 6,2 e 4,6 % (vol.), respectivamente, bem como aos 56 DAE, porém com valores reduzidos. De acordo com BOS et al. (2003), o conteúdo de ar de turfas negras é baixo porque são compostas em inúmeras pequenas partículas, fazendo com que retenham maior volume de água e tenham menor espaço de aeração. Segundo FERMINO (2002), o espaço de aeração está associado à capacidade de retenção de água, ou seja, com o aumento da retenção de água, ocorre redução do espaço de aeração, para um mesmo volume de poros, o que pode ser confirmado pelos resultados obtidos que mostram uma correlação alta e significativa no início e 56 DAE ($r=-0,84^{**}$;

$r=-0,99^{**}$, respectivamente). De acordo com MARTÍNEZ (2002), substratos mais decompostos apresentam menor espaço de aeração. Os demais substratos apresentaram EA no início do cultivo entre de 20 e 30% (vol.), valores considerados dentro da faixa ideal por DE BOODT & VERDONCK (1972), com exceção para SP-7 e SP-11 que apresentaram EA 39,3 e 41,4% (vol.), respectivamente.

Quanto ao volume de poros (VP), observa-se que todos os substratos apresentam um VP superior a 90% no início do experimento, mantendo estes valores praticamente constantes até aos 56 DAE, com reduções de 0,5 à 1,2% (Figura 3D). O valor considerado ideal para substratos hortícolas é de 85% (VERDONCK & GABRIELS, 1988), porém em turfas, o volume total de poros pode variar de 85 a 95%, dependendo do grau de decomposição (PUUSTJARVI & ROBERTSON, 1975). MARTÍNEZ (2002) ressalta que turfas menos decompostas apresentam alta porosidade total e boa capacidade de aeração.

A baixa redução do volume de poros da primeira avaliação em relação aos 56 DAE pode ser devido ao aumento da densidade que os substratos sofreram, pois segundo afirmações de FERMINO (2002) a porosidade diminui quando se aumenta o adensamento de um dado material, com efeito visível nas turfas. Esta afirmação pode ser comprovada com a correlação significativa entre DS e VP, tanto no início quanto aos 56 DAE ($r=-0,99^{**}$; $r=-0,99^{**}$, respectivamente).

Determinar o volume de poros é importante na caracterização dos materiais, pois quando o cultivo é realizado em recipientes, existe uma alta concentração de raízes, exigindo elevado suprimento de oxigênio e rápida remoção do gás carbônico formado. O substrato deve ser suficientemente poroso, a fim de permitir trocas gasosas eficientes, evitando falta de ar para a respiração das raízes e para a atividade dos microorganismos do meio (PUUSTJARVI & ROBERTSON, 1975).

De maneira geral, mudanças na densidade do substrato durante o cultivo influenciaram nas demais propriedades físicas (CRA, EA e VP), em que um aumento na DS aos 56 DAE, reduziu o espaço de aeração ($r=-0,77^{**}$) e volume de poros, porém incrementou a CRA ($r=0,66^*$), concordando com FONTENO et al. (1981) e FERMINO (2002). Segundo SPOMER (1979) e MINER (1994) isto pode estar associado com

mudanças na massa do substrato, modificando a proporção e distribuição de macro e microporos e explicado pelo efeito cimentante, em que novas e pequenas partículas podem ocupar os espaços livres formados pelo arranjo das partículas maiores, transformando macroporos em microporos, incrementando assim a capacidade de retenção de água e reduzindo o espaço ocupado pelo ar e, conseqüentemente, pode reduzir o volume total de poros. MICHIELS et al. (1993) também observaram que não houve importantes modificações no volume total de poros avaliados durante nove meses em substratos à base de turfa conduzido em sistema de irrigação “ebb-and-flow”, porém, verificaram grandes mudanças na distribuição dos poros, incrementando a CRA e diminuindo o EA.

NOWAK & STROJNY (2004) determinaram as propriedades físicas de quatro substratos durante o cultivo de gérbera por 18 meses e observaram que o volume total de poros decresceu significativamente durante período de cultivo associando este resultado com o decréscimo do volume de ar e ao aumento na capacidade de retenção de água durante o tempo do experimento.

Substratos x desenvolvimento do crisântemo

Aos 56 DAE (final do experimento) verificou-se que a altura de plantas (AP) de crisântemo foi significativamente influenciada pelas turfas. Observa-se que o substrato FBP-5 promoveu a menor AP (28 cm), enquanto em SP-9 ocorreu a maior AP (30,85 cm), não diferindo estatisticamente das turfas MP-4, SP-8, SP-7, MP-1, MP-2, MP-3, SP-11, SP-12 e FBP-6 (Figura 4A). Vale ressaltar que não foi utilizado regulador de crescimento em nenhum momento durante o período do experimento para verificar a real influência dos substratos no crescimento e desenvolvimento das plantas de crisântemo.

Quanto ao diâmetro de buquê (DB) também houve efeito significativo das turfas para esta variável, mostrando que o menor DB foi obtido pelas plantas cultivadas no substrato FBP-5 (33,35 cm). Embora entre os demais substratos não se tenha observado significância entre os dados, nota-se que o substrato SP-7, apresentou o maior DB (36,77 cm), seguido de SP-8 (36,65 cm) (Figura 4B)

Analisando-se a área foliar (AF) e massa fresca da parte aérea (MFPA) observou-se que houve efeito significativo das turfas no crescimento das plantas, com resultados semelhantes aos de altura de plantas. A menor AF para crisântemo foi no cultivo em FBP-5 (835,80 cm²) e maior AF, para SP-9 (1108,55 cm²), embora não tenha diferido estatisticamente das demais turfas (Figura 4C). A turfa SP-8, SP-11 e SP-12 apresentam valores de AF próximos ao SP-9. Para MFPA, o menor valor também foi obtido em FBP-5 (89,80 g) seguido de FBP-6 (99,98 g), porém esta não diferiu estatisticamente de SP-9, que apresentou o maior valor, com 110,28 g (Figura 4D).

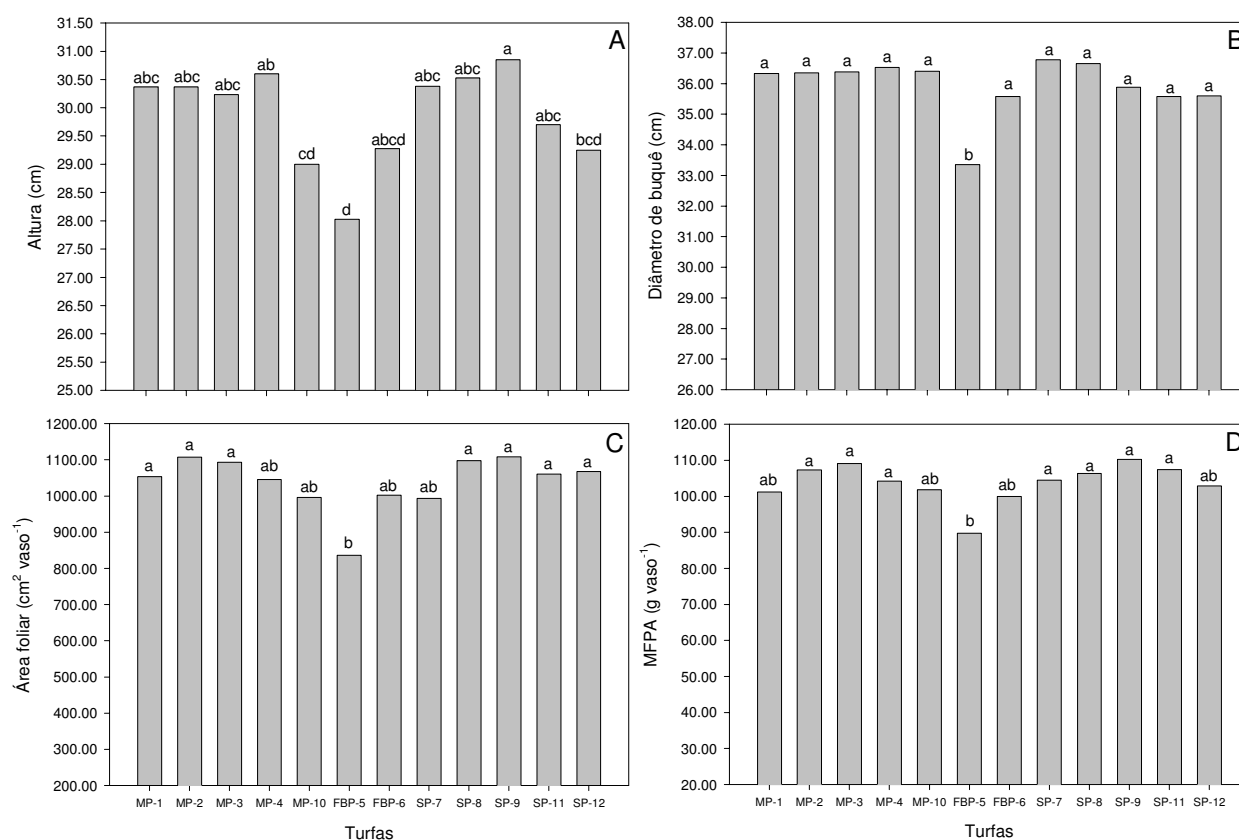


Figura 4. Altura (A), diâmetro de buquê (B), área foliar (C) e massa fresca da parte aérea (D) de plantas de crisântemo cv. Sun City cultivado em vaso e em diferentes turfas, aos 56 dias após enraizamento (DAE). Freising/Alemanha, 2006.

(A) = DMS (1,58); C.V. (2,14%); "F" (6,87**); (B) = DMS (2,01); C.V. (2,26%); "F" (5,18**); (C) = DMS (211,11); C.V. (8,19%); "F" (3,22**); (D) = DMS (14,23); C.V. (5,53%); "F" (3,59**). DMS = diferença mínima significativa; CV = coeficiente de variação; "F" = valor de F; ** = significativo ao nível de 1% de probabilidade.

Ao final do experimento também foram avaliadas as inflorescências, visto que para a cultura do crisântemo é uma característica extremamente importante, pois no sistema de classificação e padronização dos produtos da floricultura é um dos parâmetros avaliados (MOTOS & OLIVEIRA, s.d.). Na Figura 5 pode ser observado que para o número de inflorescências abertas (NIA), número de inflorescências semi-abertas (NISA), número de inflorescências fechadas (NIF) houve efeito estatístico entre as turfas, o que não ocorreu para MFI.

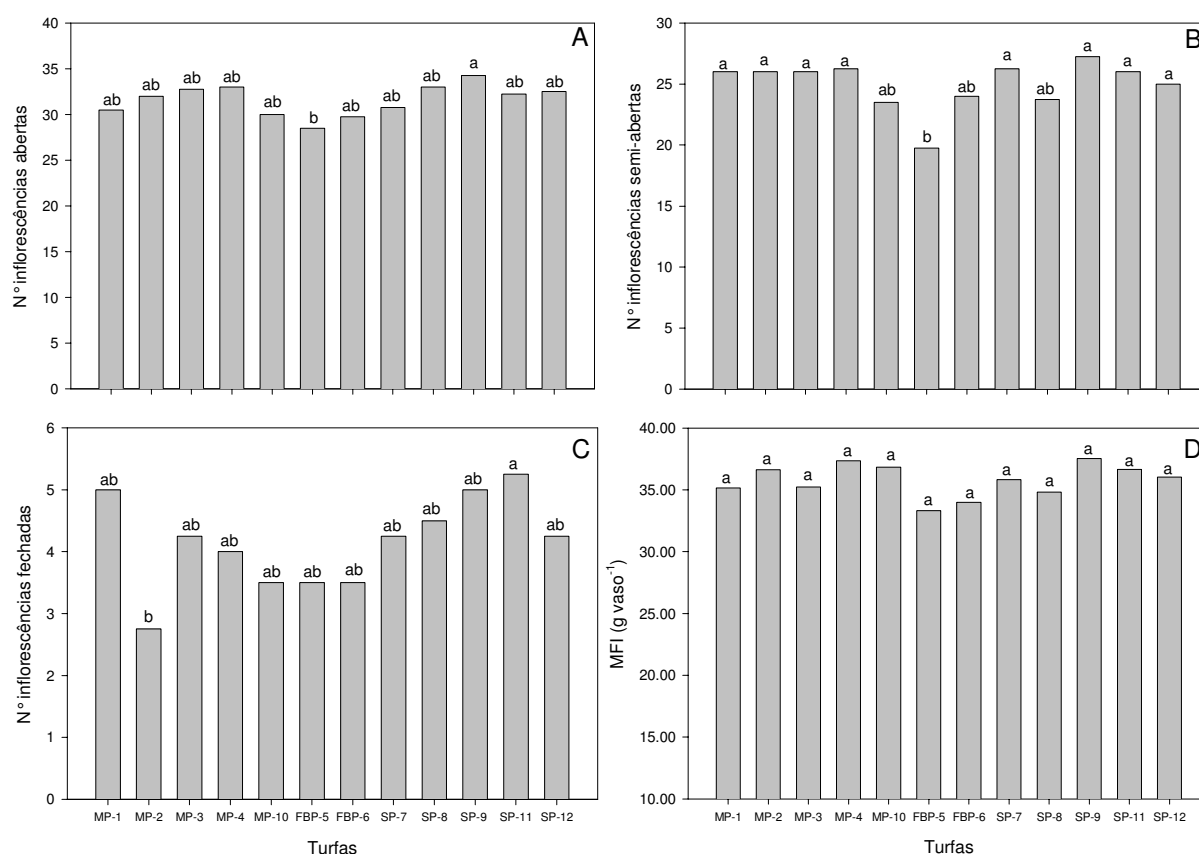


Figura 5. Número de inflorescências abertas (A), número de inflorescências semi-abertas (B), número de inflorescências fechadas (C) e massa fresca de inflorescências (D) de plantas de crisântemo cv. Sun City cultivado em vaso e em diferentes turfas, aos 56 dias após enraizamento (DAE). Freising/Alemanha, 2006.

(A) = DMS (5,63); C.V. (7,18%); "F" (2,20*); (B) = DMS (5,01); C.V. (8,07%); "F" (3,98**); (C) = DMS (2,31); C.V. (22,49%); "F" (2,53*); (D) = DMS (4,96); C.V. (5,59%); "F" (1,73^{ns}). DMS = diferença mínima significativa; CV = coeficiente de variação; "F" = valor de F; ** = significativo ao nível de 1% de probabilidade; * = significativo ao nível de 5% de probabilidade; ns = não significativo.

O menor NIA foi obtido em plantas cultivadas em FBP-5 (28,50) seguido de FBP-6 (29,75), enquanto SP-9 apresentou maior quantidade, com 34,25 inflorescências abertas (Figura 5A). Em relação ao NISA, os resultados assemelham-se ao NIA, com FBP-5 apresentando a menor quantidade, 19,75 inflorescências abertas e SP-9 o maior NISA, com 27,25 (Figura 5B), porém não se observou a mesma tendência para NIF. Vale ressaltar que, embora o substrato SP-11 tenha apresentado o maior NIF (5,25), este valor ficou aproximado dos observados para os substratos SP-9 e MP-1, ambos com 5,0 inflorescências fechadas (Figura 5C). Já para a MFI, embora não tenha ocorrido diferença estatística entre os substratos, o menor valor foi obtido para FBP-5 e FBP-6 com 33,33 g e 34,00 g, respectivamente e, maior para SP-9, 37,52 g (Figura 5D), possivelmente por este substrato ter apresentado também o maior NIA e maior NISA, o que acarretou na maior massa obtida, ao contrário do FBP-5.

Houve efeito significativo dos substratos na produção de massa seca da parte aérea (MSPA) (Figura 6), com menor valor observado em FBP-5 (10,45 g) e maior em SP-9 (13,78 g). Segundo LARCHER (2000), o incremento de massa seca durante o período de crescimento é função de vários fatores, podendo ser afetada negativamente quando submetida a condições limitantes.

Pelos resultados expostos, as propriedades químicas exerceram menor influência sobre o crescimento e desenvolvimento das plantas se comparados às propriedades físicas. De acordo com os valores de pH obtidos nas análises dos substratos, observa-se, de forma geral, que estes se apresentaram dentro dos limites considerados ideais para a cultura do crisântemo (RÖBER & SCHALLER, 1985; CAVINS et al., 2000; BARBOSA, 2003; KÄMPF et al., 2006), mediante a calagem das turfas. Em relação ao conteúdo de SS, observa-se que se inicia com valores baixos (0,66-1,10 g KCL L⁻¹). Porém, na primeira avaliação, as plantas estavam em fase de serem transplantadas, ou seja, foi após este período que se iniciou o fornecimento da solução nutritiva, o que incrementou os níveis de sais nos substratos em função do tempo, obtendo-se valores acima dos recomendados por PENNINGSFELD (1962), que se encontram na faixa de 2,0 a 3,0 g KCL L⁻¹. De acordo com este autor, a cultura do crisântemo é altamente exigente em nutrientes e apresenta baixa sensibilidade a sais.

Quanto aos nutrientes, observou-se que as plantas não apresentaram sintomas de excesso e deficiência, e apresentaram-se vigorosas e bem desenvolvidas, com exceção das plantas no substrato FBP-5. Mas acredita-se que estas plantas tiveram maior influência das propriedades físicas do substrato, no que se refere à capacidade de retenção de água e espaço de aeração.

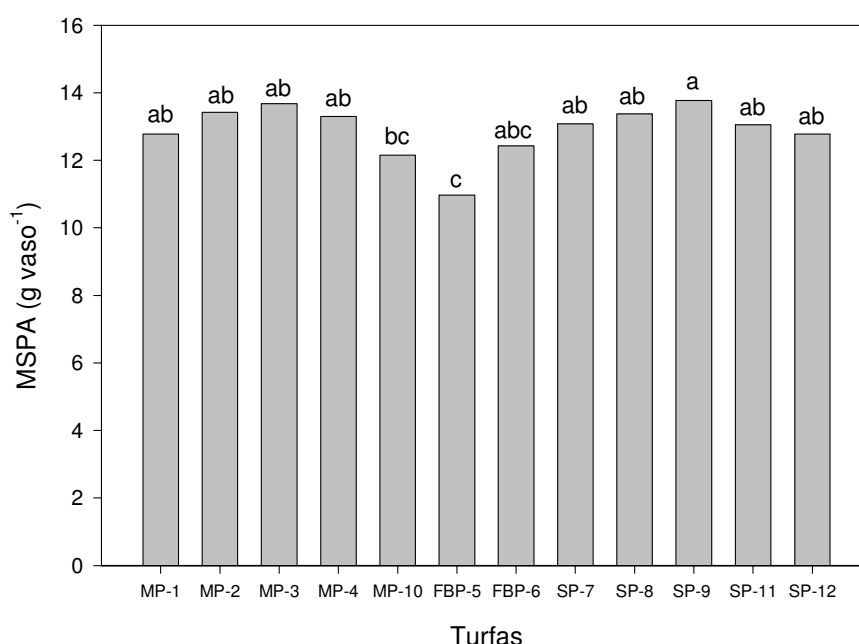


Figura 6. Massa seca da parte aérea (MSPA) de plantas de crisântemo cv. Sun City cultivado em vaso e em diferentes turfas, aos 56 dias após enraizamento (DAE). Freising/Alemanha, 2006.

DMS (1,53); C.V. (4,77%); "F" (6,35**). DMS = diferença mínima significativa; CV = coeficiente de variação; "F" = valor de F; ** = significativo ao nível de 1% de probabilidade.

As propriedades físicas, de uma forma geral, são mais importantes que as propriedades químicas, pois não são facilmente modificadas e deseja-se que haja manutenção destas ao longo do tempo, principalmente durante o cultivo (MILNER, 2006). Por esta razão, acredita-se que as propriedades físicas tenham influenciado mais no crescimento e desenvolvimento das plantas que as químicas. PAUL & LEE (1976) afirmam que o conteúdo de ar de 10 a 15% do volume do substrato é ótimo para

o crescimento de plantas de crisântemo. Levando-se em consideração a faixa ótima, observa-se que os substratos FBP-5 e FBP-6 não apresentaram este valor no início do experimento, vindo a decrescer até aos 56 DAE. O EA está relacionado com a densidade do substrato, ou seja, quanto maior a DS menor a porosidade total, pela aproximação das partículas uma das outras, aumentando a proporção de microporos, reduzindo-se assim o EA e aumentando a CRA (FERMINO, 2002).

Alta capacidade de retenção de água nos substratos é uma característica desejável, porém, a água precisa estar disponível às plantas, o que segundo MARTÍNEZ (2002) é um problema que turfas muito decompostas apresentam como é o caso do FBP-5 e FBP-6, podendo ocasionar déficit hídrico às plantas.

No cultivo em recipientes, independente do substrato utilizado, ocorre uma limitação de espaço para expansão das raízes e segundo FERMINO (2002), esta limitação do volume, exige que o substrato seja capaz de manter a água facilmente disponível às plantas sem, no entanto, comprometer a concentração de oxigênio no meio. Ocorrendo uma deficiência no espaço de aeração e não havendo disponibilidade de água para as plantas, impede-se um crescimento adequado das mesmas. Segundo TAIZ & ZEIGER (2004), a falta de oxigenação afeta processos fisiológicos dos quais dependem as partes aéreas, como por exemplo, absorção de água e nutrientes, o que leva a um decréscimo no desenvolvimento e expansão foliar, decréscimo do potencial hídrico da folha e à murcha (observado frequentemente em plantas cultivadas no substrato FBP-5 e FBP-6).

De acordo com LARCHER (2000), quando a absorção de água é reduzida, a expansão foliar é afetada, pois ocorre redução tanto na fotossíntese quanto no consumo de assimilados nas folhas em expansão, provocando mudanças no desenvolvimento das plantas.

Por outro lado, observa-se que o substrato SP-9 apresentou plantas com as melhores características, uma vez que as propriedades químicas e físicas avaliadas estiveram dentro de valores ideais considerados por vários autores. Outro fator que deve ser levado em consideração, é que SP-9 é considerado um substrato padrão, ou

seja, já é utilizado comercialmente. Os demais substratos também apresentaram resultados compatíveis com SP-9, com ênfase para SP-8 e SP-11.

De maneira geral, observa-se que o substrato FBP-5 e FBP-6, principalmente pelas propriedades físicas que apresentam, poderiam ser utilizados em misturas com outros materiais, melhorando as propriedades físicas deficientes, como por exemplo, em materiais que apresentam grande espaço de aeração ou baixa capacidade de retenção de água.

CONCLUSÕES

Pelo presente trabalho, conclui-se:

- o conteúdo de sais solúveis e as concentrações dos nutrientes N, P e K nas turfas, aumentam durante o cultivo de crisântemo cv. Sun City em vaso.

- a turfa FBP-5 e FBP-6 apresentam a maior densidade, maior capacidade de retenção de água e menor espaço de aeração.

- a turfa FBP-5, nas condições de cultivo a qual foi exposta, não é recomendada para o cultivo de crisântemo cv. Sun City em vaso;

- o cultivo do crisântemo cv. Sun City em vaso apresenta desenvolvimento favorável quando cultivado na turfa SP-9.

- o extrator CAT, pelo método VDLUFA e CEN são eficientes na avaliação dos teores disponíveis dos elementos N, P, K, Mg, Fe, Mn e Zn.

REFERÊNCIAS

ABAD BERJON, M. Substratos para el cultivo sin suelo. In: NUEZ, F. (coord.). **EI cultivo del tomate**. Barcelona: Ediciones Mundi-Prensa, 2001. p. 133-166.

ABREU, M.F. de; ABREU, C.A.de; BATAGLIA, O.C. Uso da análise química na avaliação da qualidade de substratos e componentes. In: FURLANI, A.M.C. et al. (Coord.). **Caracterização, manejo e qualidade de substratos para produção de plantas**. Campinas: Instituto Agronômico, 2002. p.17-28. (Documentos IAC, 70)

AGUILA-VILA, J.; SASTRE, J.L.; ALVAREZ, A.; AGUILA-SANCHO, J.F. The use of black peat mixture in horticultural growth media. **Acta Horticulturae**, Leuven, n.221, p.85-104, 1988.

BARBOSA, J.G. **Crisântemos: produção de mudas, cultivo para corte de flor, cultivo em vaso e cultivo hidropônico**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2003.

BAYLEY, D.A. Alkalinity, pH and acidification. In: REED, D.W. (ed.). **Water, media and nutrition for greenhouse crops**. Illinois, USA: Ball Publishing, 1996. p.69-89.

BAUMGARTEN, A. **Methods of chemical and physical evaluation of substrates for plants**. In: FURLANI, A.M.C. et al. (Coord.). **Caracterização, manejo e qualidade de substratos para produção de plantas**. Campinas: Instituto Agronômico, 2002. p.7-15. (Documentos IAC, 70).

BILDERBARCK, T.E.; FONTENO, W.C.; JOHSON, D.R. Physical properties of media composed of peanut hulls, pine bark and peatmoss and their effects on azalea growth. **Journal of American Society of Horticulture Science**, Alexandria, v.107, n.3, p.522-525, 1982.

BOHLIN, C. Data on the use of growing media constituents. In: SCHMILEWSKI, G.; ROCHEFORT, L. (eds.). **Peat in horticulture – quality and environment challenges**. Pärnu, Estonia: International Peat Society, 2002. p.144-150.

BOS, E.J.F.; KEIJZER, R.A.W.; SCHIE, W.L.; VERHAGEN, J.B.G.M.; ZEVENHOVEN, M.A. **Potting soil and substrates**. Netherlands: RHP Foundation, 2003. 88p.

BUNT, A.C. Some physical and chemical characteristics of loamless pot-plant substrates and their relation to plant growth. **Plant and Soil**, The Hague, n.38, p.1954-1965, 1973.

CAVINS, T.J; WHIPKER, B.E; FONTENO, W.C; HARDEN, B; McCALL, I; GIBSON, J.L. Monitoring and managing pH and EC using the PourThru extraction method. **Horticulture Information Leaflet**, California, n.590, p.1-17, 2000.

CEN - COMITÉ EUROPEÉN DE NORMALISATION. DIN EN. 13037- **Soil improvers and growing media. Determination of pH**. Brussels, 2003a.

CEN - COMITÉ EUROPEÉN DE NORMALISATION. DIN EN. 13038- **Soil improvers and growing media. Determination of electrical conductivity**. Brussels, 2003b.

CEN - COMITÉ EUROPEÉN DE NORMALISATION. DIN EN. 13040- **Soil improvers and growing media. Sample preparation for chemical and physical tests, determination of dry matter content, moisture content and laboratory compacted bulk density**. Brussels, 2003c. (Draft standard, 2006)

CONOVER, C.A. Soil amendments for pot and field grown flowers. **Florida Flower Grower**, Florida, v.4, n.4, p.1-4, 1967.

COOPER, B.J. Standardization of substrate analysis – activities by CEN. **Acta Horticulturae**, Leuven, n.548, p.643-645, 2001.

DE BOODT.; VERDONCK, O. The physical properties of the substrates in horticulture. **Acta Horticulturae**, n.26, p.37-44, 1972.

FERMINO, M.H. O uso da análise física na avaliação da qualidade de componentes e substratos. In: FURLANI, A.M.C. et al. (Coord.). **Caracterização, manejo e qualidade de substratos para produção de plantas**. Campinas: Instituto Agronômico, 2002. p.29-37. (Documentos IAC, 70).

FERREIRA, P.V. **Estatística experimental aplicada à Agronomia**. Maceió: UFAL, 2000. 680p.

FISCHER, P. Kultursubstrate. In: HORN, W. (ed.) **Zierpflanzenbau**. Berlin: Blackwell Wissenschafts, 1996. p.140-149.

FONTENO, W.C.; CASSEL, D.K.; LARSON, R.A.. Physical properties of three container media and their effect on Poinsettia growth. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.106, p.736-741, 1981.

FREIRE, M.F. da S. **Manejo de um solo irrigado com água salgada submetido a três métodos de irrigação**. 1992. 52f. Dissertação (Mestrado em Manejo e Conservação de Solos) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 1992.

FURLANI, P.R. Hydroponic vegetable production in Brazil. **Acta Horticulturae**, Leuven, n.481, p.777-778, 1999.

GROLLI, P.R. **Composto de lixo domiciliar urbano como condicionador de substratos para plantas arbóreas**. 1991. 125f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1991.

GRUSZYNSKI, C. **Produção comercial de crisântemos: vaso, corte e jardim**. 1.ed. Guaíba: Agropecuária Editora Ltda., 2001, 166p.

HANDRECK, K.A. Assessment of iron availability in soilless potting media. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v.20, p.1297-1320, 1989.

HANDRECK, K.A. Extractants for assessing plant-available phosphorus in soilless potting media. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v.26, p.239-338, 1995.

HANDRECK, K.A. Total and extractable copper and zinc as assessors of phytotoxicity in soilless media. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, New York, v.25, p.2313-2340, 1994.

HOFFMANN, G. Verbindliche methoden zur untersuchun von TKS und gartnerischen erden. **Mitteilungen der VDLUFA**, [s.l.], V.6, P.129-153, 1970.

KÄMPF, A.N. O uso de substrato em cultivo protegido no agronegócio brasileiro. In: FURLANI, A.M.C. et al. (Coord.). **Caracterização, manejo e qualidade de substratos para produção de plantas**. Campinas: Instituto Agrônômico, 2002. p.1-6. (Documentos IAC, 70).

KÄMPF, A.N. **Produção comercial de plantas ornamentais**. Guaíba: Agropecuária, 2000. 254p.

KÄMPF, A.N.; TAKANE, R.J.; SIQUEIRA, P.T.V.de. **Floricultura: técnicas de prepare de substratos**. Brasília: LK Editora e Comunicações, 2006. 132p.

KEIJZER, R. What are good quality criteria for peat? In: SCHMILEWSKI, G.; ROCHEFORT, L. (eds.). **Peat in horticulture – quality and environment challenges**. Pärnu, Estonia: International Peat Society, 2002. p.109-116.

KENT, M.W.; REED, D.W. Nitrogen nutrition of New Guinea impatiens “Barbados” and *Spathiphyllum* “Petite” in a subirrigation system. **Journal of American Society Horticultural Science**, Alexandria, v.121, n.5, p.816-819, 1996.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. Tradução por PRADO, C.H.B.A. São Carlos: Editora Rima, 2000. 530p.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 1980. 251p.

MARTÍNEZ, P.F. Manejo de substratos para horticultura. In: FURLANI, A.M.C. et al. (Coord.). **Caracterização, manejo e qualidade de substratos para produção de plantas**. Campinas: Instituto Agronômico, 2002. p.53-76. (Documentos IAC, 70)

MICHIELS, P.; HARTMANN, R.; COUSSENS, C. Physical properties of peat in an ebb/flood irrigation system. **Acta Horticulturae**, Leuven, n.342, p.205-220, 1993.

MILNER, L. Manejo da irrigação e fertirrigação em substratos: aspectos práticos. In: ENCONTRO BRASILEIRO SOBRE SUBSTRATOS PARA PLANTAS, 5., 2006, Ilhéus. **Anais...** Ilhéus: CEPLAC/CEPEC, 2006. p.13-17.

MINER, J.A. **Sustratos: propiedades y caracterización**. Madrid: Mundi-Prensa, 1994. 172p.

MOLITOR, H.D. The European perspective with emphasis on subirrigation and recirculation of water and nutrients. **Acta Horticulturae**, Leuven, n.272, p.165-173, 1990.

MOTOS, J.R.; OLIVEIRA, M.J.G.de. **Produção de crisântemos em vaso**. Holambra: Flortec, [s.d.]. 34p.

NOWAK, J.S.; & STROJNY, Z. Changes in physical properties of peat-based substrates during cultivation period of gerbera. **Acta Horticulturae**, Leuven, n.644, p.319-323, 2004.

ÖZÇELİK, A.; ÖZKAN, C.F. EC and pH changes of the growing media and nutrient solution during *Anthurium* production en a closed system. **Acta Horticulturae**, Leuven, n.573, p.91-96, 2002.

PAUL, L.J.; LEE, I.C. Relation between growth of Chrysanthemums and aeration of various container media. **Journal of American Society Horticultural Science**, Alexandria, v.101, n.5, p.500-503, 1976.

PENNINGSFELD, F. **Die Ernährung im Blumen und Zierpflanzenbau**. 2.ed. Berlin: PAREY, 1962, 217p.

PENNINGSFELD, F. Kultursubstrate für den gartenbau, besonders in Deutschland: ein kritischer Überblick. **Plant and Soil**, The Hague, v.75, p.269-281, 1983.

PUUSTJARVI, V.; ROBERTSON, R.A. Physical and chemical properties. In: ROBINSON, D.W.; LAMB, J.G.D. **Peat in horticulture**. London: Academic Press, 1975. p.23-38.

RANNEKLEV, S.B.; GISLEROD, H.R. Horticultural peat: detection of self-heating. In: SCHMILEWSKI, G.; ROCHEFORT, L. (eds.). **Peat in horticulture – quality and environment challenges**. Pärnu, Estonia: International Peat Society, 2002. p.135-141.

REED, D.W. Closed production systems for containerized crops: recirculating subirrigation and zero-leach systems. In: REED, D.W. (ed.). **Water, media and nutrition for greenhouse crops**. Illinois, USA: Ball Publishing, 1996. p.221-245.

RÖBER, R. Erdelose Kulturverfahren. In.: HORN, W. (ed.). Zierpflanzenbau. Berlin: Blackwell Wissenschafts, 1996. p.157-165.

RÖBER, R. Substratos hortícolas: possibilidade e limites de sua composição e uso; exemplos de pesquisa, da indústria e do consumo. In.: KÄMPF, A.N.; FERMINO, M.H. (eds.). **Substrato para plantas, a base da produção vegetal em recipientes**. Porto Alegre: Gênese, 2000. p.123-138.

RÖBER, R.; SCHALLER, K. **Pflanzenernährung im Gartenbau**. 3.ed. Stuttgart: Ulmer, 1985. 352p.

SAS. **SAS/STAT user's guide, version 4.0.2**, SAS Inst. Inc., Cary, USA, 2000.

SCHMITZ, J.A.K.; SOUZA, P.V.D.de; KÄMPF, A.N. Propriedades químicas e físicas de substratos de origem mineral e orgânica para o cultivo de mudas em recipientes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.32, n.6, p.937-944, 2002.

SONNEVELD, C.; KREIJ, C.de. Standardisation of chemical analysis of growing media. **Acta Horticulturae**, Leuven, n.401, p.569-574, 1995.

SPOMER, L.A. Three simple demonstrations of the physical effects of soil amendment. **HortScience**, Alexandria, v.14, p75-77, 1979.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719p.

TEICHER, K.; FISCHER, P.; BARTELS, W.; GÜNTHER, J. Haupt- und Spurennährstoffe in Hochmoortorfen und die physikalischen Eigenschaften dieser Torfe. **TELMA**, Hannover, v.7, p.199-211, 1987.

VDLUFA - **Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten**. Methodenbuch Band I: Die Untersuchung von Böden. VDLUFA Verlag Darmstadt, 1997.

VERDONCK, O.; GABRIELS, R. Substrate requirements for plants. **Acta Horticulturae**, Leuven, n.221, p.19-23, 1988.

VERDONCK, O.; VLEESCHAUMER, D.; DE BOODT, M. The influence of the substrate to plant growth. **Acta Horticulturae**, Leuven, v.150, p.467-473, 1983.

WILSON, G.C.S. The physico-chemical and physical properties of horticultural substrates. **Acta Horticulturae**, Leuven, n.150, p.19-33, 1983.

CAPÍTULO 5 – IMPLICAÇÕES

A floricultura, na produção de flores e plantas ornamentais, tem-se apresentado como importante setor no agronegócio brasileiro. Esta atividade era praticamente concentrada no Estado de São Paulo e hoje se encontra disseminada por todo o país, formando-se novos pólos regionais, incrementando assim a economia e gerando empregos.

Em vista da importância do setor para o Brasil, o desenvolvimento deste trabalho é mais um complemento na pesquisa brasileira e na busca e troca de informações. Os resultados obtidos a partir dos experimentos realizados, seja aqui no Brasil quanto àquele realizado no exterior (Alemanha), permitiram obter informações e conclusões valiosas para a melhoria da produção de crisântemo de vaso no Brasil.

No Brasil, ainda temos carência de informações sobre o correto manejo na produção de flores e plantas ornamentais, mas tem ocorrido um crescimento paulatino na busca de melhorias através da pesquisa. Em relação ao crisântemo de vaso, as pesquisas têm mostrado avanço e bons resultados, principalmente no que diz respeito ao correto manejo da cultura.

Há uma preocupação constante, de uma forma geral, em relação aos aspectos ambientais. A indústria da floricultura vem se desenvolvendo com objetivo de alcançar padrões de qualidade superiores a partir de um sistema produtivo que, além de reduzir os custos de produção, minimize os danos ambientais, pois se sabe que há uma grande demanda por fertilizantes e defensivos agrícolas, visando sempre a qualidade do produto final.

Desta forma, um dos pontos chave deste trabalho, foi avaliar uma forma de obter melhorias no sistema de produção de crisântemo em vaso, mediante o fornecimento de uma nutrição mineral mais balanceada, sem a necessidade de utilizar excesso de fertilizantes, que interfere no desenvolvimento da planta e aumenta os custos de produção. Além disso, tem o lado ambiental, que também é afetado tanto negativamente, pelo excesso de nutrientes lixiviados e perdidos para o meio ambiente

e, positivamente, pelo controle que se tem na produção, na aplicação de um sistema melhor explorado.

Além da nutrição mineral, que é de fundamental importância para a produção e obter qualidade, também tem o substrato, que é outro ingrediente na produção de flores em recipientes. Os resultados obtidos no trabalho realizado com as turfas, afirmaram a importância da caracterização das propriedades químicas, físicas e biológicas de um substrato, pois estas podem variar muito. Conhecendo as propriedades, consegue-se adaptá-las às diferentes condições de uso. Além disso, torna-se importante a análise durante o cultivo, pois modificações podem ocorrer, afetando a produção.

As turfas, hoje consideradas no quadro de extinção, ainda são muito almejadas na produção, pois são consideradas material consagrado mundialmente para este fim. Realmente se observou que apresentam qualidade e conferem propriedades químicas, físicas e biológicas favoráveis ao produto final, porém é um material não renovável. Neste sentido, faz-se necessário a pesquisa com outros materiais que substituam gradativamente este produto que tem qualidade.

De uma forma geral, muitos trabalhos ainda são necessários para a melhoria e qualidade na produção de flores e plantas ornamentais, e as informações que se busca podem ser obtidas mediante a pesquisa. Porém, ao mesmo instante, há necessidade de um maior apoio de fomentos e órgãos de pesquisa para que se concretize um acervo de informações nacionais, ao invés de buscá-las em unidades internacionais, pois temos capacidade para isto. Restam-nos oportunidades!

APÊNDICE 1A



Crisântemo cv. Miramar e as etapas da instalação do experimento até o espaçamento dos vasos. Jaboticabal, SP (2005/2006).

APÊNDICE 2A. Valores de referência para análise foliar no crisântemo na fase generativa propostos por Schoemaker Van Zanten – Agrifloricultura Ltda. (1997).

Elemento	Baixo	Suficiente	Excessivo
Nitrogênio (N)	3,00 – 3,40%	3,50 – 5,00%	> 5,00%
Fósforo (F)	0,20 – 0,22%	0,23 – 0,70%	> 0,70%
Potássio (K)	3,00 – 3,40%	3,50 – 5,00%	> 5,00%
Cálcio (Ca)	0,90 – 1,10%	1,20 – 2,50%	> 2,50%
Magnésio (Mg)	0,20 – 0,24%	0,25 – 1,00%	> 1,00%
Enxofre (S)	0,20 – 0,24%	0,25 – 0,70%	> 0,70%
Ferro (Fe)	40 – 49 ppm	50 – 250 ppm	> 250 ppm
Manganês (Mn)	30 -49 ppm	50 – 250 ppm	> 250 ppm
Zinco (Zn)	18 – 19 ppm	20 – 250 ppm	> 250 ppm
Cobre (Cu)	4 – 5 ppm	6 – 30 ppm	> 30 ppm
Boro (B)	21 – 24 ppm	25 – 75 pm	> 75 ppm

APÊNDICE 3A.



Crisântemo cv. Sun City e as etapas de condução do experimento até o sistema de irrigação. Freising/Alemanha, 2006.